



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Diseño de un índice de efectividad para el análisis de metodologías empleadas en la elaboración de estudios de impacto ambiental en Colombia

Ana Lucía Caro González

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.
Instituto de Estudios Ambientales
Bogotá D.C., Colombia
2016

Diseño de un índice de efectividad para el análisis de metodologías empleadas en la elaboración de estudios de impacto ambiental en Colombia

Ana Lucía Caro González

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería - Ingeniería Ambiental

Director (a):

José Javier Toro Calderón, MSc, Dr.

Línea de Investigación:

Evaluación de Impacto Ambiental

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios Ambientales

IDEA

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.
Instituto de Estudios Ambientales
Bogotá D.C., Colombia
2016

*A mi hermana, que siempre cambia de color
mis días más grises.*

*A mi mamá, por su ternura, alegría y
comprensión.*

*Al mejor consejero, el mejor amigo y el mejor
ingeniero, mi papá.*

*“(...El peligro radica en que) nuestro poder
para dañar o destruir el medio ambiente, o al
prójimo, aumenta a mucha mayor velocidad
que nuestra sabiduría en el uso de ese
poder”.*

Stephen Hawking

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la fuerza para enfrentarme a nuevos retos y permitirme soñar con el cumplimiento de nuevas metas.

A mi familia por darle sentido a mi vida, porque nunca me dejan desfallecer

A la Universidad Nacional por la formación que me brinda. Por el apoyo para desarrollar esta investigación suministrando los recursos y los espacios necesarios para llevarla a cabo.

Agradezco gratamente a los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental y el Instituto de Estudios ambientales, con los que tuve la fortuna de trabajar, tanto en las aulas como en el desarrollo de proyectos de investigación. Especialmente al Profesor Javier Toro por su acompañamiento en este trabajo, por su confianza y enseñanza, demostrando que es un maestro en todo el sentido de la palabra pues la educación que imparte supera el campo disciplinar promoviendo la formación de profesionales comprometidos con su labor, transformadores de la sociedad a la que pertenecen.

A mis compañeros de la Maestría en Ingeniería Ambiental, por sus aportes y preguntas con las cuales realizaron un gran aporte a esta investigación. Especialmente a María Carolina Cortes y Francisco Malagón por acompañarme en todo este proceso de investigación, convirtiéndose en grandes aliados y amigos.

A los profesionales que participaron de la consulta a expertos, pues fueron parte vital en el desarrollo de esta investigación y a todos aquellos que contribuyeron con sus sugerencias, opiniones o comentarios al desarrollo de este trabajo.

Resumen

El Estudio de Impacto ambiental (EslA) es una herramienta básica para la toma de decisiones sobre obras o actividades que pueden afectar el ambiente. Debe incluir metodologías de análisis cuya estructura e implementación sea rigurosa para generar un resultado acertado sobre la significancia de los impactos potenciales. Debido a la necesidad de establecer parámetros de calidad y desempeño, se propone un índice de efectividad para evaluar las metodologías empleadas para tal fin. Este se diseñó en tres fases: i) identificación de los parámetros de análisis, ii) planteamiento de indicadores y iii) formulación de la expresión matemática. El índice de efectividad para las metodologías de evaluación ambiental (IEM), integra dos elementos ponderados: i) el valor de los parámetros estructurales (VPE) que hace referencia al concepto de eficacia relacionada con el diseño de la metodología y los elementos que la componen. Este tiene cuatro variables ponderadas: a) totalidad, b) objetividad, c) pertinencia, d) rigurosidad y un factor de incertidumbre (FIA). ii) El valor de los parámetros operativos (VPO), representa la eficiencia de la metodología y se articula con la forma de ejecutar la metodología, los actores involucrados y los recursos empleados. Incluye tres variables ponderadas: a) interdisciplinariedad, b) experticia y c) participación. Para asignar un valor a las variables se plantea un sistema de indicadores descriptivos. A partir de la implementación del IEM se concluye que las metodologías empleadas para evaluar los impactos ambientales en Colombia durante el periodo 2012-2014 no son efectivas, por tal razón las acciones tomadas alrededor de estos y su posible manejo son insuficientes pues no se contemplan los impactos que fueron mal evaluados. Se recomienda el uso de esta herramienta para identificar fallas en las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales, con el fin de generar estrategias de control por parte de evaluadores y autoridades encargadas.

Palabras clave: Efectividad, evaluación, impacto ambiental, índice.

Abstract

The Environmental Impact Statement (EIS) is a basic tool for decision-making about activities that may affect the environment. Because of its importance, the EIS should include impact assessment methodologies with thorough structures and implementation, so that the results obtained regarding possible environmental impacts are accurate. Due to the need for quality and performance parameters, an index of effectiveness is proposed to evaluate the methodologies used for that purpose. This was designed in three phases: i) identification of analysis parameters; ii) indicators setting; and iii) formulation of the mathematical expression. The effectiveness index for environmental assessment methodologies (EIM), incorporates two weighted elements: i) the structural parameters value (SPV) that refers to the concept of efficacy related to the design of the methodology and its components. It has four weighted variables: a) totality; b) objectivity; c) relevance; d) accuracy and an uncertainty factor (UF) established from opinions by experts. ii) The operating parameters value (OPV), represents the efficiency of the evaluation and it articulates the development of the methodology, the stakeholders and resources employed. The OVP includes three weighted variables: a) interdisciplinarity; b) expertise; and c) participation. To assign the value of variables, a system of descriptive indicators is proposed. From the implementation of the EIM it is concluded that the methodologies used to evaluate environmental impacts in Colombia during the period 2012-2014 are not effective, for this reason the actions taken around these and possible management are insufficient because are not addressed the impacts that were poorly evaluated. The use of this tool is recommended to identify failures in the methodology in order to generate control strategies.

Keywords: Impact assessment, index, effectiveness, methodologies

Contenido

Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIV
Lista de tablas	XVI
Lista de gráficas	XVII
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	XVIII
Introducción	1
1. Objetivos de la investigación	2
1.1 Objetivo General.....	2
1.2. Objetivos Específicos	2
2. Fundamentos teóricos	7
2.1 Impacto ambiental	7
2.2 Evaluación de impacto ambiental (EIA)	8
2.2.1 Evaluación de impacto ambiental en Colombia	9
2.3 El proceso del licenciamiento ambiental en Colombia	10
2.3.1 Caracterización del proceso de licenciamiento ambiental en el periodo 2012 – 2014	14
2.4 Incertidumbre en los EsIA.....	16
2.4.1 Tipos de incertidumbre en los estudios ambientales.....	19
2.5 Efectividad en la EIA	21
2.5.1 Eficacia.....	22
2.5.2 Eficiencia.....	22
2.5.3 Efectividad.....	22
2.5.4 Efectividad en los estudios ambientales	23
3. Diseño metodológico	25
4. Métodos y metodologías empleadas en los EsIA	29
4.1 Clasificación de métodos y metodologías empleadas en los EsIA.....	30
4.2 Métodos cualitativos y cuantitativos.....	32
4.3 Metodologías asociadas a la evaluación de impactos ambientales en el contexto colombiano.....	36
5. Índice de efectividad para las metodologías empleadas en los EsIA.....	39
5.1 Parámetros para la estimación de la efectividad.....	39

Lista de figuras

Figura 2-1. Concepto de Impacto ambiental.....	8
Figura 2-2. Proceso de Licenciamiento ambiental en Colombia.	13
Figura 2-3. Fuentes de incertidumbre y las condiciones inherentes a estas.....	18
Figura 3-1. Esquema metodológico desarrollado durante la investigación	27
Figura 4-1. Clasificación de las metodologías empleadas en EsIA.....	31
Figura 5-1. Relación entre la clasificación de la efectividad, el concepto de efectividad propuesto desde la gestión pública y el concepto propuesto por la administración empresarial.	44
Figura 5-2. Metodología empleada para la formulación de indicadores.....	47
Figura 5-3. Componentes ambientales a incluir en la evaluación de impactos ambientales.	55

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1. Tipos de estocasticidad que se pueden presentar en las metapoblaciones que componen los ecosistemas.....	21
Tabla 4-1. Clasificación de los métodos y metodologías de uso frecuente en la evaluación de impactos ambientales según su naturaleza.....	33
Tabla 4-2. Principales ventajas y desventajas de algunos métodos empleados en los EslA.....	35
Tabla 5-1. Principios básicos de la mejor práctica para la evaluación de impacto ambiental.....	40
Tabla 5-2. Principios fundamentales de las metodologías empleadas en los estudios de impacto ambiental.....	41
Tabla 5-3. Parámetros para la estimación de la efectividad en metodologías de evaluación de impactos ambientales.....	43
Tabla 5-4. Relación entre el objetivo, indicador y variable del índice de efectividad.....	49
Tabla 5-5. Categorías y escala de calificación para los valores de referencia de los indicadores propuestos.....	50
Tabla 5-6. Escala de valor para la interpretación de los resultados del IEM.....	52
Tabla 5-7. Valores de referencia para calificar la objetividad de la metodología.....	54
Tabla 5-8. Valores de referencia para calificar la totalidad de la metodología.....	56
Tabla 5-9. Valores de referencia para calificar la rigurosidad de la metodología.....	57
Tabla 5-10. Valores de referencia para calificar la pertinencia de la metodología.....	60
Tabla 5-11. Valores de referencia para calificar la interdisciplinariedad de la metodología.....	63
Tabla 5-12. Valores de referencia para calificar la experticia de los profesionales que desarrollan la metodología.....	64
Tabla 5-13. Relación entre los componentes ambientales y los profesionales que pueden constituir el equipo de trabajo. Modificada a partir de Banco Mundial (1991).....	65
Tabla 5-14. Valores de referencia para la calificar la participación de la comunidad en la implementación de la metodología.....	67
Tabla 6-1. Calificación de los parámetros que constituyen el VPE.....	75
Tabla 6-2. Calificación de los parámetros que constituyen el VPO.....	80
Tabla 6-3. Características de la metodología con mayor grado de efectividad.....	83
Tabla 6-4. Características de la metodología con menor grado de efectividad.....	84

Lista de gráficas

Gráfica 2-1. Licencias otorgadas por el MADS y la ANLA durante el periodo 2009 - 2014	15
Gráfica 2-2. Distribución por sectores de las licencias otorgadas por la ANLA en el periodo 2012 - 2014.	16
Gráfica 4-1. Metodologías empleadas en los EsIA presentados a la ANLA durante el periodo 2012 - 2014.	37
Gráfica 4-2. Metodologías empleadas en la evaluación de impactos de acuerdo al sector que presenta el EsIA.	38
Gráfica 5-1. Relación entre los valores de IEM, ($\alpha VPE - FIA$) y βVPO	52
Gráfica 6-1. Valores de γOb en función de αVPE	71
Gráfica 6-2. Valores de ϕRg en función de αVPE	72
Gráfica 6-3. Atributos irrelevantes usados en la evaluación de impactos ambientales....	73
Gráfica 6-4. Valores de θPt en función de αVPE	74
Gráfica 6-5. Valores de δTo en función de αVPE	75
Gráfica 6-6. Resultado del cálculo del αVPE en las metodologías analizadas	76
Gráfica 6-7. Numero de especialidades en los grupos evaluadores.	77
Gráfica 6-8. Valores de ρIt en función de βVPO	77
Gráfica 6-9. Valores de γEx en función de βVPO	79
Gráfica 6-10. Valores de σPa en función de βVPO	80
Gráfica 6-11. Resultado del cálculo del βVPO en las metodologías analizadas	81
Gráfica 6-12. Grado de efectividad de las metodologías analizadas.....	85
Gráfica 6-13. Distribución de los valores de ($\alpha VPE - FI$) y βVPO en función del resultado del IEM.....	85

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
-------------	---------

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
CAI	Componentes o factores ambientales incluidos en la evaluación ambiental
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
DAA	Diagnóstico ambiental de alternativas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EA	Estudios ambientales
EF	Efecto
EIA	Evaluación de impacto ambiental
EPM	Empresas públicas de Medellín
EsIA	Estudio de impacto ambiental
Ex	Experticia
FIA	Factor de incertidumbre aleatoria
IEM	Índice de efectividad para las metodologías
IOM	Institute of Medicine of the National Academies
It	Interdisciplinariedad
ITc	Idoneidad de técnicas empleadas.
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
MO	Momento
NAI	Numero de atributos irrelevantes incluidos en la evaluación de impactos ambientales
NFE	Nivel de formación de los evaluadores
NMCP	Número de métodos o metodologías de diferente naturaleza con parámetros de evaluación definidos previamente.
NPEE	Número de profesionales de diferentes especialidades que constituyen el equipo evaluador.
Ob	Objetividad
OCED	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
ONU	Organización de Naciones Unidas

Abreviatura Término

Pa	Participación
PO	Probabilidad de ocurrencia
POT	Planes de Ordenamiento Territorial
Pt	Pertinencia
RAE	Real Academia Española
RAM	Risk Assesment Matrix
RB	Recuperabilidad
RECA	Relación entre las especialidades o formación de los evaluadores y el componente de análisis.
Rg	Rigurosidad
SGC	Sistemas de gestión de calidad
To	Totalidad
UTc	Uso de protocolos técnico-científicos requeridos por la autoridad ambiental o las características del proyecto o actividad.
VPE	Valor de los parámetros estructurales
VPO	Valor de los parámetros operativos
α VPE	Valor de los parámetros estructurales ponderado
β VPO	Valor de los parámetros operativos ponderado

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Equivalencia
α	0,7
β	0,3
γ	0,4
δ	0,1
ϕ	0,3
θ	0,2
ρ	0,35
σ	0,25

Introducción

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un proceso de análisis y estimación de los impactos generados en la interacción de las actividades antrópicas y el ambiente, con el objetivo de tomar decisiones sobre el proyecto, obra o actividad (Toro, 2009), en Colombia este proceso se homologa al Licenciamiento Ambiental para el diseño e implementación de proyectos, obras o actividades que de acuerdo a la ley pueden generar daño grave a los recursos naturales o introducir modificaciones cambios notorios al paisaje, contemplado en el Decreto 2041 de 2015 e integrado en el Decreto 1076 de 2015 Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. La EIA tiene como instrumento técnico el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), donde entre otros procedimientos se identifican y evalúan los Impactos Ambientales y se proponen planes de manejo para prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensarlos.

Debido a la importancia de este proceso es necesario que los EsIA se realicen utilizando metodologías rigurosas para generar un diagnóstico integral sobre los proyectos sus consecuencias ambientales. Aunque la ley determina que es obligatorio presentar los EsIA, no se presentan referentes metodológicos para desarrollar este tipo de estudios, por tal razón los evaluadores pueden escoger la metodología que estimen conveniente, pudiendo omitirse de manera deliberada o involuntaria algunos atributos en su análisis. De esta forma el EsIA podría perder efectividad y pasaría a convertirse en un documento de moderado alcance.

La efectividad de la EIA, entendida como el funcionamiento de un proceso según lo previsto, cumpliendo con los fines para los que fue diseñado, ha sido evaluada por diferentes autores. Wood (1995) evaluó el proceso de EIA en varios países estableciendo 14 criterios cualitativos de evaluación, Leu *et. al.* (1996) propuso un grupo de componentes fundamentales en la EIA sugiriendo que la efectividad podía ser analizada en términos de 9 mecanismos de control de calidad. Sadler (1996) realizó una revisión sobre la efectividad de la EIA a nivel internacional, determinando que este aspecto es

objeto de estudio y constante investigación para fortalecer cada vez más el proceso. A nivel nacional, Toro (2009) y Toro et. al. (2010), aplicando una modificación a la metodología de Wood evaluaron la eficiencia de la EIA de Colombia.

Constantemente se evalúa la efectividad de la EIA, pero no se analiza este aspecto en las metodologías de evaluación de impacto ambiental utilizadas en los EsIA. Por tal razón se presenta la necesidad de implementar herramientas que faciliten el seguimiento a este tipo de metodologías. Pues para verificar si la evaluación de impactos fue acertada, se debe esperar a que la obra o actividad se ejecute, cuando el ecosistema ha sido transformado y los impactos asociados son evidentes presentándose casos donde las condiciones pueden ser irreversibles para el ambiente

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo de investigación propone una herramienta para estimar la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales a partir del uso de indicadores cualitativos que caracterizan la metodología objeto de estudio. De este modo se diseña un índice de efectividad que evalúa la efectividad de las metodologías en función de parámetros correspondientes a la estructura e implementación de estas.

Para el alcance de los objetivos propuestos el documento está estructurado en 7 capítulos. En el capítulo 1 se presentan los objetivos de esta investigación. El capítulo 2 presenta una revisión que aborda el concepto de Impacto Ambiental, EsIA y EIA, este último analizado desde un punto de vista histórico y metodológico. Posteriormente se presenta el concepto de efectividad y su análisis bajo la perspectiva del proceso de EIA, con el fin de establecer un marco teórico que soporte la investigación. Así mismo se realiza una caracterización del proceso de licenciamiento ambiental en Colombia.

En el capítulo 3, se presenta el diseño metodológico que se llevó a cabo para cumplir los objetivos de la investigación. Este consta de cuatro etapas: I) revisión bibliográfica, II) Selección de los EsIA presentados durante el periodo 2012-2014, III) diseño del índice de efectividad (el cual se desarrolló en cuatro fases: i) determinación de los parámetros de análisis, ii) ponderación de los elementos del índice, iii) planteamiento de indicadores, y iv) formulación de la expresión matemática) y IV) implementación del índice en las metodologías seleccionadas y posterior análisis de su efectividad.

La caracterización de las metodologías asociadas a la evaluación de impactos ambientales en el contexto colombiano, es presentada en el capítulo 4. Se hace la clasificación del concepto de método y metodología, señalando aquellos de naturaleza cualitativa y cuantitativa que se usan con frecuencia en los EslA. Posteriormente, en el capítulo 5 se presenta como se diseñó el índice de efectividad y se desarrollan las fases mencionadas previamente.

El capítulo 6 presenta los resultados de la implementación del índice para analizar la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impactos durante el periodo 2012-2014. Se demuestra que el 97% de las metodologías que hacen parte de la muestra seleccionada, son ineficientes pues presentan grandes falencias tanto en su estructura como en su implementación.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones para posteriores investigaciones.

1. Objetivos de la investigación

1.1 Objetivo General

Diseñar un índice de efectividad para analizar las metodologías empleadas en la evaluación de impactos de los estudios de impacto ambiental en Colombia.

1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las principales metodologías empleadas en la valoración de impactos en los estudios de impacto ambiental en Colombia.
- Determinar indicadores cualitativos a incluir en el índice de efectividad para evaluar las metodologías.
- Implementar un índice de efectividad para evaluar las metodologías de evaluación de impacto ambiental utilizadas en Colombia.
- Realizar un análisis comparativo entre las metodologías determinando su efectividad.

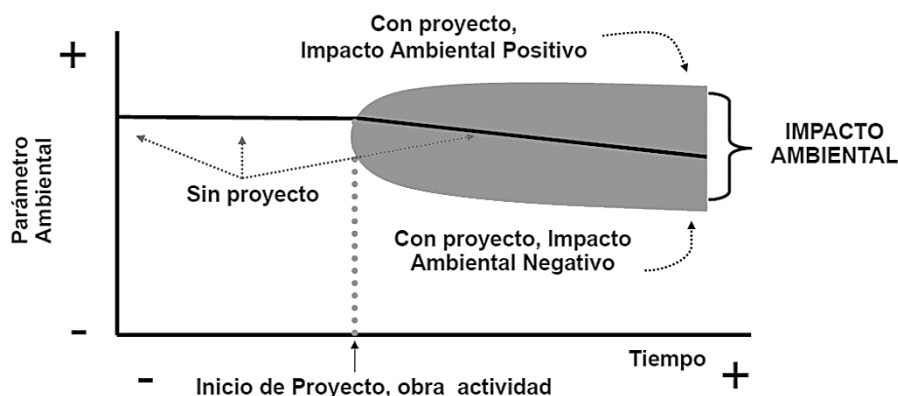
2. Fundamentos teóricos

2.1 Impacto ambiental

La introducción del concepto de Impacto Ambiental ha producido un giro significativo en el modo de encarar los procesos de planificación, diseño y ejecución de las actividades humanas (Ministerio del Medio Ambiente de España, 2004). Por tal razón, algunos organismos de control e investigadores, lo han definido con la intención de establecer términos de referencia en función de su correcta identificación y valoración.

Para efectos del Convenio sobre la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) en un contexto transfronterizo, la Organización de Naciones Unidas – ONU (1994), define el concepto de impacto como los efectos causados por una actividad propuesta en el medio ambiente, incluidos la salud y la seguridad de los seres humanos, la flora, la fauna, el suelo, la atmósfera, el agua, el clima, el paisaje y los monumentos históricos u otras estructuras materiales o la interacción entre esos factores; así mismo, incluye las repercusiones sobre el patrimonio cultural o las condiciones socioeconómicas que se derivan de las alteraciones de esos factores.

Garmendia (2005) considera que el impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana. Este se define en función de dos factores: i). El cambio que se produce en el factor ambiental estudiado y ii) el valor que tiene este cambio con respecto a la calidad de los elementos ambientales estudiados o de la calidad ambiental desde un punto de vista más global. Dichos factores son equivalentes al componente espacial y temporal del impacto mencionados por Wathern (1986), a partir de estos se describe el impacto como el cambio de un parámetro ambiental en un periodo específico y un área definida, siendo el resultado de una actividad en particular comparada con el escenario en el cual no se ha desarrollado dicha actividad (Figura 2-1)

Figura 2-1. Concepto de Impacto ambiental.

Fuente: Tomado de Wathern (1986), modificado por Toro (2012)

Teniendo en cuenta lo anterior, se genera un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable, por lo tanto el término impacto no implica necesariamente negatividad, debido a que existe la posibilidad de ser calificado como positivo o negativo (Conesa, 1996). Esto direcciona la forma correcta de valorarlos, pues no tiene sentido realizar una valoración neutra de un impacto ambiental (Garmendia 2005).

Tomando como referencia el manejo del término a nivel mundial, en Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) a través del Decreto 2041 de 2014, por el cual se reglamenta el proceso de licenciamiento ambiental, lo considera como cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Esta definición se mantiene en los decretos precedentes derogados: Decreto 1753 de 1994, Decreto 1728 de 2002, Decreto 1180 de 2002, Decreto 1220 de 2005 y Decreto 2820 de 2010.

2.2 Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Durante la década de los ochenta y los noventa, la EIA se convierte en una herramienta utilizada a nivel mundial, al ser parte de dos importantes tratados internacionales en materia ambiental: la Declaración de Río de Janeiro sobre el medio ambiente y el desarrollo (ONU, 1992) y el Convenio de diversidad biológica de 1992. Esta, se define como un proceso/procedimiento jurídico-administrativo usado para la toma de decisiones

sobre los proyectos, obras o actividades que potencialmente pueden generar impactos en el ambiente (Toro, 2009).

Canter (1999) afirma que es todo procedimiento para la identificación y valoración de los impactos potenciales de proyectos, planes, programas o acciones relativos a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno. Este concepto es similar al que emite Wood (2003), quien considera que la EIA hace referencia al análisis de los efectos que probablemente surjan como producto de un gran proyecto u otra acción, afectando significativamente el ambiente natural y artificial.

Otros autores como Wathern (1988) señalan que la intención de este proceso es identificar las consecuencias probables de la implementación de actividades en el ambiente geofísico, la salud y el bienestar humano para que sean informadas de manera previa e influyan en la toma de decisiones. En este sentido, coinciden con la explicación de Sadler (1996) en que se resalta la importancia de la EIA como técnica clave para incorporar conceptos tales como el principio de precaución y la pérdida neta del capital natural, fundamental para el logro del desarrollo sostenible en la toma de decisiones. Toro, (2009) expone que “La Evaluación de Impacto Ambiental se constituye en un sistema de procedimientos de análisis y estimación (proceso) de los impactos generados en la interacción de las actividades antrópicas y el ambiente, con el objetivo de tomar decisiones sobre el proyecto, obra o actividad”.

Toda división o capítulo, a su vez, puede subdividirse en otros niveles y sólo se enumera hasta el tercer nivel. Los títulos de segundo nivel se escriben con minúscula al margen izquierdo y sin punto final, están separados del texto o contenido por un interlineado posterior de 10 puntos y anterior de 20 puntos (tal y como se presenta en la plantilla).

2.2.1 Evaluación de impacto ambiental en Colombia

Colombia incluye la EIA como respuesta a lo establecido en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano, reunida en Estocolmo (1972). Esta se realizó con el fin de controlar, evitar, reducir y eliminar eficazmente los efectos perjudiciales que las actividades realizadas en cualquier esfera puedan tener para el medio. De este modo, se expide el Código de recursos naturales (Decreto 2811 de

1974), señalando la obligación de declarar el peligro presumible que sea consecuencia de la obra o actividad por parte de toda persona natural o jurídica, pública o privada, que proyecte realizar o realice cualquier obra o actividad susceptible de producir deterioro ambiental. También expresa la necesidad de realizar el estudio ecológico y ambiental previo y, además, obtener licencia si se desea ejecutar una obra.

En la constitución de 1991 se declara que el estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental. Posteriormente entra en vigor la Ley 99 de 1993, en la que se establece la obligatoriedad de la licencia ambiental para la ejecución de proyectos. A partir de esta decisión, diferentes decretos han regulado el proceso, siendo modificados periódicamente. Estos cambios se representan en la disminución de los sectores y actividades obligadas a solicitar la licencia, la inclusión de los lineamientos para la presentación de estudios de impacto ambiental (EsIA) y los tiempos estipulados para realizar el trámite ante las autoridades competentes, entre otras disposiciones.

El EsIA es la herramienta técnica para realizar la evaluación de impacto ambiental requerida por las autoridades competentes para otorgar la licencia ambiental. En la Ley 99 de 1993, es definido como un instrumento básico para la toma de decisiones relacionadas con obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial. Se ha reglamentado en sucesivas ocasiones hasta la fecha, modificando los requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de licencias ambientales.

2.3 El proceso del licenciamiento ambiental en Colombia

El número de proyectos, obras o actividades que requieren del trámite de licencia ambiental ha cambiado conforme a la normatividad desde el decreto 1753 de 1994 hasta el Decreto 2041 de 2015. El decreto 1753 de 1994 establece que el proceso de EIA es obligatorio para 45 sectores y/o actividades y estipula los términos de referencia para el desarrollo de los EsIA. El decreto 1728 de 2002 exime del requisito de EIA a 21 sectores o actividades, exigiendo que a cambio se haga el registro ante las autoridades ambientales competentes en función de las guías ambientales. Igualmente, lo hace el

decreto 1180 del 2003, el cual exime del registro en función de las guías ambientales, a las actividades que sean concordantes con los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

Las definiciones de estudios ambientales (EA), EsIA y diagnóstico ambiental de alternativas (DAA) son incluidas en el decreto 1220 de 2005, tomando vigencia hasta la fecha. En este decreto también se adoptan manuales para la realización de los EsIA, siendo este un avance a nivel normativo pues, aunque los decretos citados previamente brindan pautas para la elaboración de estudios ambientales, no incluyen lineamientos metodológicos.

Con el Decreto 2820 del 2010, se deroga el decreto 1220 de 2005 y se determina que las actividades que generen modificaciones considerables al paisaje o deterioro grave en los recursos naturales, deben estar sujetas a licenciamiento ambiental. Este decreto toma gran importancia en el proceso de la EIA en el país, pues ordena la creación de una metodología enfocada en la presentación de los EsIA y un manual para su evaluación.

La Metodología general para la presentación de estudios ambientales fue adoptada mediante la resolución 1503 de agosto de 2010, Presenta las directrices para presentar el documento del EsIA, pero no genera una metodología estandarizada para la identificación y valoración de impactos. Sin embargo, se espera que los estudios ambientales tomen un enfoque sistémico, pues el documento señala la necesidad de realizar la evaluación de impactos teniendo en cuenta la identificación e interpretación de las interacciones de las actividades de la región con el medio ambiente existente y de las interacciones de las actividades con el proyecto mismo.

De igual forma, se menciona la obligatoriedad de realizar un estudio integral y multidisciplinario en el que se presente una evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos. Aunque se pone a consideración del evaluador la inclusión de atributos como la magnitud, duración, resiliencia, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia, no se obliga al evaluador a incluir estos atributos en su calificación. No obstante, se deben tomar como punto de referencia para valorar y jerarquizar impactos, los límites permisibles de los contaminantes definidos en la

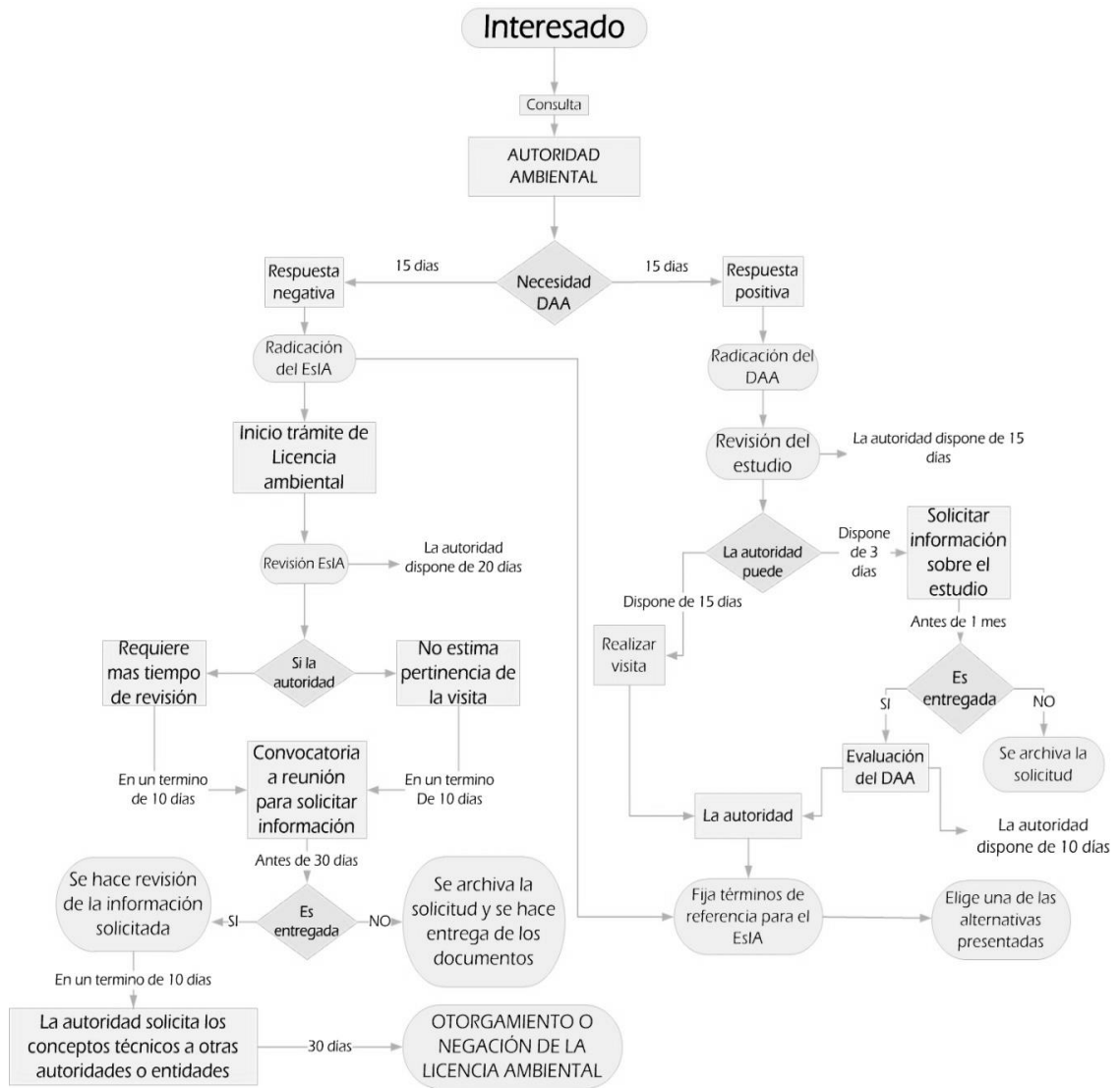
legislación ambiental y el riesgo de la construcción y operación el proyecto sobre los diferentes medios.

Esta Metodología General fue actualizada en el año 2012 mediante la resolución 1415, por la cual se acoge la implementación de un modelo de almacenamiento geográfico con el fin de lograr la recopilación de toda la información geográfica y cartográfica contenida en los estudios ambientales. Con el decreto 2041 del 2014, se establece que debe ser actualizada de nuevo por el MADS y la ANLA, en un plazo no mayor a seis meses, lo que corresponde al mes de Abril del año 2015.

En adición a la metodología mencionada, las autoridades ambientales expidieron términos de referencia para la presentación de los EsIA de acuerdo a las particularidades de cada sector. Para el año 2015 se mantienen 30 términos de referencia dirigidos a las actividades que requieren del trámite de licenciamiento ambiental. Según Toro (2009), estos no establecen el tipo de metodología a utilizar para la identificación o valoración de impactos y solo en algunos casos se define el uso de algunos atributos para la calificación de impactos, permitiendo al evaluador escoger la metodología para su identificación y evaluación.

Actualmente, el proceso de licenciamiento ambiental se rige bajo el Decreto 2041 del 2014. A diferencia del derogado decreto 2820 de 2010, se incluye el concepto de área de influencia y se modifican los tiempos en la evaluación del DAA y el EsIA. Define como entes encargados de hacer cumplir la normativa ambiental relacionada con el licenciamiento, permiso o trámite ambiental a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), creada en el año 2011 bajo el Decreto 3573 y las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible. En la Figura 2-2 se presenta el proceso de licenciamiento ambiental en Colombia, tomando en consideración los tiempos y procedimientos a desarrollar.

Figura 2-2. Proceso de Licenciamiento ambiental en Colombia.



Fuente: Elaboración propia a partir del Decreto 2041 del 2014

2.3.1 Caracterización del proceso de licenciamiento ambiental en el periodo 2012 – 2014

De acuerdo al Decreto 2041 de 2014, la licencia ambiental es un requisito obligatorio para el desarrollo de cualquier actividad que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables al paisaje.

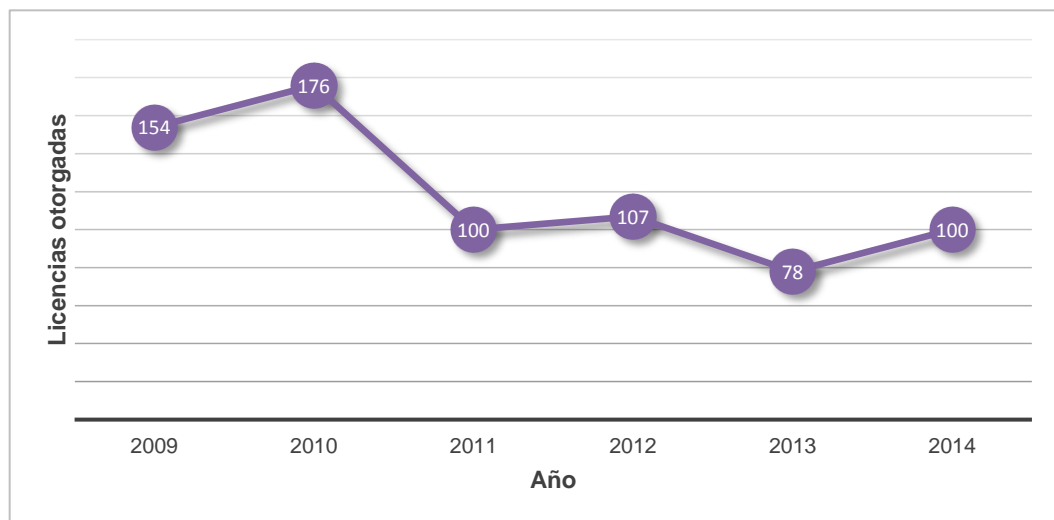
Según el reporte de la Contraloría General de la Republica (2006), entre el año 1994 y el 2005, se otorgaron 8183 licencias ambientales, siendo el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS) la entidad que otorgó el 14,6% de estas, lo que equivale al porcentaje más alto teniendo en consideración las cifras correspondientes a 34 instituciones (Corporaciones autónomas y autoridades locales).que realizan el mismo trámite. Por tal razón, la caracterización del licenciamiento ambiental entre el periodo 2012 – 2014, se realizó a partir de los reportes de la ANLA, entidad que actualmente asume las funciones del antiguo MAVDT, en la gestión de este proceso.

Se estima que en los últimos seis años, la ANLA ha otorgado 715 licencias ambientales, con cifras que varían cada año (Gráfica 2-1). Entre el mes enero del año 2012 y diciembre del año 2014, se registran 285 licencias otorgadas, siendo el año 2012 en el que se aprobaron más licencias (107), un 2,4% por encima del año 2014 con 100 licencias aprobadas y 10,2% sobre las otorgadas en el 2013, año en el que se presenta el menor registro en seis años. En comparación con el periodo comprendido entre los años 2009 y 2011, hay una disminución del 33,7% sobre el valor total de licencias otorgadas (430).

La variación entre el número de licencias otorgadas cada año se puede atribuir a la transición entre los decretos que reglamentan el proceso, el tiempo que hay entre el momento de radicar la solicitud de licencia y la aprobación de esta sujeta a las evaluaciones de la ANLA y el declive económico de varios sectores productivos.

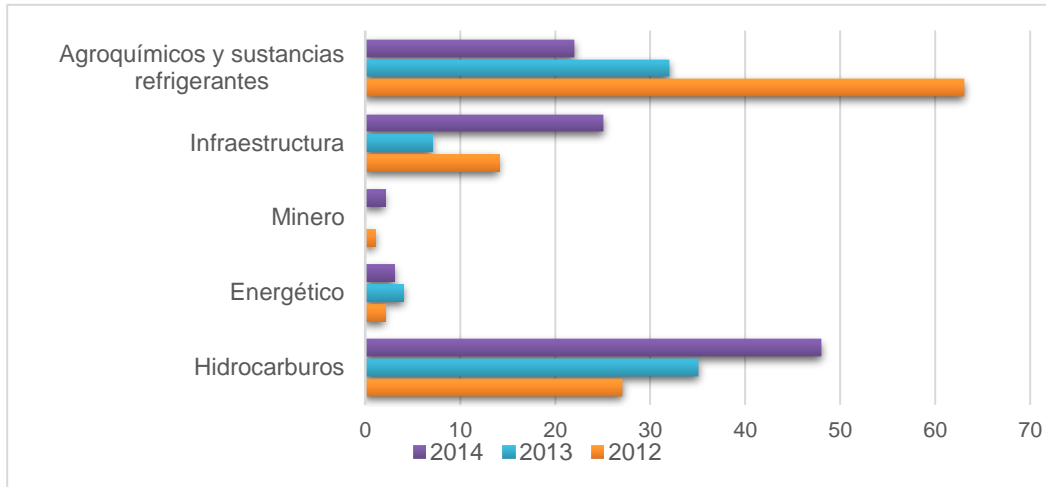
Actualmente, la ANLA definió cinco sectores en los que agrupan las actividades que requieren de licencia ambiental: i) infraestructura, ii) hidrocarburos, iii) energía, presas, represas, trasvases y embalses, iv) agroquímicos, sustancias refrigerantes y proyectos especiales y v) minería. El sector al que se le atribuye el mayor número de licencias otorgadas durante el periodo 2012–2014, es el de agroquímicos, sustancias refrigerantes y proyectos especiales con 117 licencias, seguido por el sector de hidrocarburos con 110, el cual refleja una marcada tendencia al aumento cada año. El sector de infraestructura registra 46 licencias, el energético 9 y el minero 3 licencias en total (Gráfica 2-2). En el caso del sector minero, se puede inferir que la mayoría de licencias asociadas son otorgadas por corporaciones autónomas pues siendo una de las principales locomotoras de progreso establecidas por el presente gobierno, no es coherente que se registren tan pocos proyectos.

Gráfica 2-1. Licencias otorgadas por el MADS y la ANLA durante el periodo 2009 - 2014



Fuente: Elaboración propia. Modificado de Martínez (2012) y ANLA.

Gráfica 2-2. Distribución por sectores de las licencias otorgadas por la ANLA en el periodo 2012 - 2014.



Fuente: ANLA (2015)

2.4 Incertidumbre en los EsIA

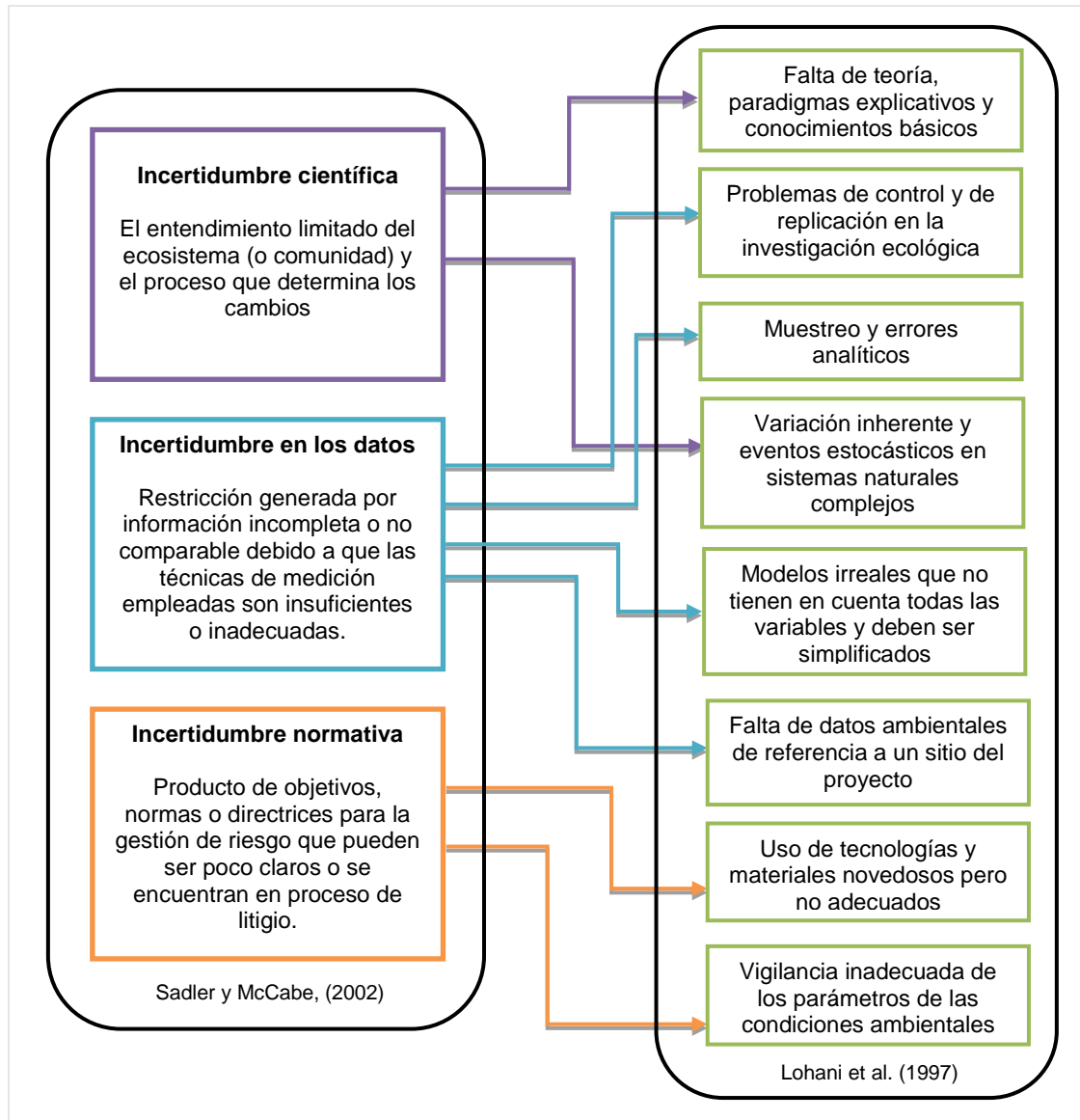
El término “incertidumbre” se define como la falta de certidumbre o certeza, esto equivale a la falta de conocimiento seguro y claro de algo (Real Academia Española - RAE, 2015). Taylor y Kuyatt (1994), la analizan como una estimación unida al resultado de un ensayo que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se afirma que está el valor verdadero. Al considerar esta definición, Maroto et al., (2001) explica que la incertidumbre refleja dudas sobre la veracidad del resultado obtenido, por lo tanto, esta brinda una idea de la calidad del resultado al mostrar un intervalo alrededor del valor estimado dentro del cual se encuentra el valor considerado verdadero.

La EIA es un proceso en el que se trabaja a partir de predicciones, por lo tanto, es obligatorio tener en cuenta la existencia de incertidumbres, debido a la posibilidad de que los impactos identificados previamente difieran de los impactos reales. Esto se debe a que la identificación y valoración de impactos se fundamente en consideraciones de los proponentes y evaluadores interesados en la aprobación de la Licencia Ambiental. La valoración de impactos ambientales es un proceso desarrollado bajo modelos predictivos sustentados científicamente, sin embargo, la verdad científica siempre ha estado, de algún modo, bajo cierto grado de incertidumbre y la información que se obtiene está ligada a dudas, cambios y disponibilidad.

Tennøy et. al. (2006) analizan la incertidumbre presente en los EsIA desarrollando una comparación entre las predicciones realizadas y los impactos observados en dos escenarios con y sin proyecto. Demostrando que gran parte de la predicción de los impactos no corresponde con la realidad, por lo tanto las decisiones tomadas a partir de este ejercicio pueden ser erróneas en la mayoría de los casos. Estas incertidumbres de los datos pocas veces están señaladas en los reportes finales, por lo tanto las predicciones que aparecen como producto del estudio ambiental parecen más precisas de lo que en realidad son.

Como lo señala Sadler y McCabe, (2002), la incertidumbre está presente en todas las etapas de la EIA, siendo de gran importancia principalmente en la predicción de impactos. En pocas palabras, esta representa un estado de conocimiento o ignorancia sobre el tema a tratar. Cuando se conocen y comprenden las relaciones de causa-efecto en un sistema, aunque sea de forma imprecisa, los impactos pueden ser pronosticados o al menos descritos, pero hay algunos que son desconocidos hasta que ocurren.

Para estos autores, hay tres fuentes de incertidumbre en la EIA: i) la incertidumbre científica, ii) incertidumbre en los datos e iii) incertidumbre normativa. En la Figura 2-3 se representa la relación entre estas y las condiciones que generan incertidumbre según Lohani et al. (1997)

Figura 2-3. Fuentes de incertidumbre y las condiciones inherentes a estas.

Fuente: Elaborado a partir de Lohani et al. (1997) y Sadler y McCabe, (2002).

Uno de los principales problemas ambientales que se asocian con la incertidumbre, es la determinación de eventos con una probabilidad desconocida. Esta es una manifestación de la incertidumbre que no puede ser predicha. No anticipa totalmente cambios rápidos y adversos en los ecosistemas, los cuales pueden surgir de la inaparente relación entre la regulación y los eventos sociales. Los efectos a largo plazo de estos cambios, pueden ser evidentes mucho tiempo después de la causa original y la explicación puede tender a confusiones.

2.4.1 Tipos de incertidumbre en los estudios ambientales

Todas las decisiones ambientales involucran un grado de incertidumbre, pero, dependiendo de las decisiones a tomar, el tipo de incertidumbre puede variar. Para que su análisis sea productivo y permita determinar en qué se debe invertir recursos con el fin de reducirla, es necesario identificar cómo influye en una decisión particular sobre un problema. Así mismo permitirá definir el mejor enfoque para analizarla y comunicarla.

El Institute of Medicine of the National Academies - IOM (2013) clasifica los tipos de incertidumbre en tres categorías:

- i) La variabilidad estadística y heterogeneidad (también llamada incertidumbre aleatoria o exógena).
- ii) Modelación e incertidumbre paramétrica (también conocida como la incertidumbre epistémica).
- iii) La incertidumbre profunda (incertidumbre sobre los procesos fundamentales o supuestos que subyacen a una evaluación de riesgos)

La variabilidad y heterogeneidad hacen referencia a las variaciones naturales en el ecosistema y la susceptibilidad de las subpoblaciones. Estas tienen características inherentes de un sistema bajo estudio, que no puede ser controlado por los tomadores de decisiones y no puede ser reducida al coleccionar más información. Las estimaciones empíricas de la variabilidad y heterogeneidad pueden mejorar el entendimiento a través de investigaciones que puedan refinarlas. A menudo, la variabilidad puede ser cuantificada con técnicas estadísticas a través de las cuales es necesario coleccionar datos adicionales.

La modelación e incertidumbre paramétrica se debe al conocimiento científico limitado sobre la naturaleza de los modelos que relacionan las causas y efectos de los riesgos ambientales, con la reducción de las acciones de riesgo, así como la incertidumbre sobre los parámetros específicos de los modelos. Se han presentado desacuerdos sobre el modelo, por ejemplo, cuál es el más apropiado según su aplicación, que variables deben ser incluidas en el modelo, la forma funcional del modelo (si es lineal, exponencial o si se presenta bajo otra función) y que tan generalizables pueden ser los hallazgos basados en los datos coleccionados bajo otro contexto del problema. En teoría, el modelo y los parámetros de incertidumbre pueden ser reducidos por la investigación adicional.

La incertidumbre profunda es aquella que no puede ser reducida por la investigación realizada en el periodo de tiempo en el cual debe ser tomada la decisión. Generalmente esta se presenta cuando el proceso ambiental bajo el que se trabaja no es completamente claro o es mal entendido, al generarse desacuerdos fundamentales entre los científicos sobre la naturaleza del proceso ambiental o cuando los métodos no están disponibles para caracterizar el proceso. En situaciones caracterizadas por la incertidumbre profunda, la probabilidad es desconocida. La clave para tomar decisiones a pesar de la presencia de este tipo de incertidumbre, es usar los datos científicos disponibles para comunicar como se tomaron y reevaluar los juicios cuando se disponga de mayor información.

Según Lohani et al. (1997), hay dos tipos de incertidumbre ecológica, la que se desconoce por completo y la que se representa en los errores de lo que ya es conocido. Esta última es un resultado cuantitativo desde la certeza que puede ser expresado estadísticamente como la distribución de un número asociado a repetidas mediciones alrededor de un valor significativo. Se relaciona con los datos incompletos que no son colectados bajo ningún diseño estadístico, extrapolación inadecuada y variación temporal y espacial del parámetro de medida.

Sin embargo, la mayoría de los problemas ambientales sufren de una incertidumbre asociada a la indeterminación o eventos con una probabilidad desconocida, inherentes a un sistema estocástico. La estocasticidad es la variación en la respuesta de un sistema debido a factores aleatorios e incontrolables, en los sistemas ecológicos es posible encontrar varios tipos (Tabla 2-1). A esto se debe la importancia relativa, que adquiere la incertidumbre en el caso de los EsIA, pues si la estocasticidad es grande, un menor grado de error en la medición no influirá significativamente en la predicción y valoración de impactos.

La incertidumbre también se presenta como la base para aplicar el principio de precaución, pues ante la duda sobre la posibilidad de que determinada actividad pueda causar un daño grave o irreversible al medio ambiente, se debe impedir la ejecución de la respectiva actividad, hasta adquirir seguridad científica sobre la existencia o no de dicho peligro.

Tabla 2-1. Tipos de estocasticidad que se pueden presentar en las metapoblaciones que componen los ecosistemas.

Tipos de estocasticidad	Características	Ejemplo
<i>Ambiental</i>	Disturbios generados por las condiciones orográficas, meteorológicas u oceanográficas aparecen de improviso en un momento dado	Terremotos, erupciones, huracanes
<i>Regional</i>	Disturbios que ocurren esporádicamente a una escala reducida en varias hectáreas generando efectos a nivel local	Tornados, incendios forestales, derrumbos
<i>Demográfica</i>	Cambios en la relación de mortalidad y natalidad en una población debidos al azar o efectos esporádicos (no correlacionados) de la dinámica presa-predador	Epidemias
<i>Genética</i>	Cuando disturbios al flujo genético permiten que la deriva génica del individuo cambie la concentración del genoma de la población	Mutaciones

Fuente: Modificado de Sarmiento, Vera & Juncosa (2000)

Aunque es imposible eliminar totalmente la incertidumbre en la identificación y valoración de impactos, es viable crear herramientas cuantitativas que permitan disminuirla o incorporarla, mediante modelos matemáticos que incluyan las relaciones causa y efecto (Tennøy et. al., 2006). Para tal fin, es necesario incluir variables e indicadores que puedan ser medidos de forma objetiva para asegurar la efectividad del proceso.

2.5 Efectividad en la EIA

Los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad se utilizan frecuentemente para analizar el desarrollo de un proceso en relación con el producto esperado. Es tan común el uso de estos términos, que han tomado un significado ambiguo prestándose para múltiples interpretaciones (Mokate, 1999). El uso diferencial de estos conceptos es confuso, incluso en la RAE tienden a catalogarlos bajo la misma definición. Esto podría explicarse a partir de la etimología de cada vocablo, pues las tres palabras provienen del Latín *efficere*, derivado de *facere*, vocablo que significa “hacer o lograr”. Al analizar cada término con la intención de aplicarlos en diferentes campos, se han establecido nuevas definiciones, explicando las diferencias entre estos.

2.5.1 Eficacia

La RAE (2015) define la eficacia como “La capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera”. Moliner (1998) relaciona esta definición con “las cosas o personas que pueden producir el efecto o prestar el servicio al que están destinadas”. Un concepto similar es presentado en la norma ISO 9000:2005, documento de referencia en la implementación de sistemas de gestión de calidad (SGC), pues considera la eficacia como el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. Por lo tanto, algo es eficaz si logra lo que debía hacer (Mokate, 1999).

2.5.2 Eficiencia

La eficiencia es definida como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (RAE, 2015). Lockheed y Hanushek (1994) afirman que “un sistema eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo lo demás igual”. En este sentido, se puede afirmar que la eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

2.5.3 Efectividad

La “efectividad” puede definirse como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, hace referencia al funcionamiento de algo como se pretende y cumple con el propósito para el que está diseñado (RAE, 2015). Es común que se defina de igual forma que la eficacia pues tienen la misma raíz etimológica pero no son sinónimos (Mokate, 1999). De hecho, este concepto relaciona la eficiencia y la eficacia pues se interpreta como el logro de los resultados propuestos en el tiempo estipulado, optimizando el uso de los recursos que se habían destinado inicialmente.

En la Gestión pública, existen varias formas de evaluar la efectividad: i) aquellas que la relacionan como la conjugación de los criterios de eficiencia y eficacia; y las que establecen su relación con un criterio de impacto. ii). Desde la lógica de la administración, se diferencian los conceptos en torno a los propósitos: la eficacia mide el qué se logra, la eficiencia el cómo y finalmente la efectividad el para qué (Oficina Nacional de control Interno – Universidad Nacional de Colombia, 2012).

2.5.4 Efectividad en los estudios ambientales

La efectividad de los estudios ambientales es motivo de preocupación para investigadores y tomadores de decisiones. Esta se relaciona con la veracidad de los resultados, su efecto en las decisiones tomadas por las autoridades competentes y el correspondiente impacto sobre los ecosistemas (Ortolano, 1987; Leu et. al., 1996; Sadler, 1996; Wood, 2003).

Sadler (1996) clasifica la efectividad según el propósito que abarca, determinando que esta puede ser:

- i) Procedimental, enfocada a la calidad de los procedimientos, métodos y técnicas empleadas (De este modo referencia a Ortolano (1987) pues el afirma que una EIA efectiva requiere del uso de métodos apropiados en el análisis de impactos.
- ii) Sustancial/sustantiva, enfocada en los objetivos establecidos previamente y la recuperación de la intención inicial del proceso, o
- iii) Transactiva, cuya intención es definir si el proceso es efectivo en términos del tiempo y el costo que lleva realizarlo.

Múltiples autores han enfocado su investigación en la efectividad del proceso. Hirji y Ortolano (1991) introducen este concepto en la EIA enmarcado en cinco dimensiones:

- i) Cumplimiento de los procedimientos.
- ii) Integridad de los documentos de evaluación del impacto ambiental.
- iii) Métodos para evaluar los impactos.
- iv) Influencia en las decisiones del proyecto, y
- v) peso o ponderación asignado a los factores ambientales.

De forma similar, Lin y Lu (1999) categorizaron la efectividad a través de la planeación estratégica, el control de la EIA por parte de los entes de protección y los aspectos técnicos de las operaciones desarrolladas. Wood (2003), toma como referente las investigaciones mencionadas y plantea indicadores para determinar si el proceso de EIA cumplía con el propósito establecido. Este análisis realizado en diferentes países,

identificó las fallas que se pueden presentar para generar posteriormente alternativas de mejoramiento.

Aunque constantemente se evalúa la efectividad de la EIA, no hay investigaciones dirigidas al estudio de la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impacto ambiental. Desafortunadamente, la verificación de la efectividad de la metodología se realiza al finalizar el proyecto, cuando el ecosistema ha sido transformado y los impactos asociados se identifican con mayor facilidad y quizás, presentan condiciones irreversibles. Si bien, la evaluación de impactos ambientales no garantiza que la gestión ambiental sea buena, es fundamental para su correcto desarrollo, siendo la base para generar planes de mejoramiento y seguimiento que al ejecutarse de manera correcta representarán con el objetivo propuesto.

En el capítulo 5 se hace referencia a la eficacia, eficiencia y efectividad en los EsIA y su relación con la estructura y operatividad de las metodologías empleadas para evaluar impactos ambientales.

3. Diseño metodológico

El desarrollo de esta investigación consta de cuatro etapas:

1. **Revisión bibliográfica:** Para la revisión bibliográfica realizada a partir de la consulta en bases de datos y fuentes especializadas, se tomaron en cuenta las investigaciones relacionadas con la efectividad del proceso de EIA, incertidumbre en estudios ambientales y demás aspectos pertinentes para el análisis de las metodologías enfocadas en la evaluación de impactos ambientales.
2. **Selección de los EsIA presentados durante el periodo 2012-2014:** Con el propósito de caracterizar el proceso de licenciamiento ambiental en Colombia, realizar un diagnóstico sobre las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales durante el periodo 2012-2014 y posteriormente validar el índice de efectividad, se analizaron los EsIA asociados a proyectos cuyas licencias ambientales fueron otorgadas durante este periodo por la ANLA.

La selección de los EsIA se realizó bajo los siguientes criterios:

- Estudios presentados con la intención de iniciar el proceso de licenciamiento ambiental
- Estudios presentados entre enero del año 2012 y diciembre del año 2014.

Los proyectos asociados a la importación o transporte de sustancias químicas empleadas como agroquímicos, plaguicidas, o aquellas de uso veterinario, fueron excluidos del estudio al presentar análisis de riesgos que no hacen uso de metodologías de evaluación de impactos como lo hacen EsIA relacionados con otro tipo de actividades.

La identificación de los proyectos cuya licencia fue otorgada durante el periodo estipulado se realizó a través de la gaceta de la ANLA, disponible en la página web

(<http://www.anla.gov.co/gaceta/historial-gaceta>). A partir de este ejercicio se solicitaron los archivos correspondientes a los EsIA de los proyectos seleccionados, adjuntando la siguiente información:

- Fecha del otorgamiento
- Resolución por la cual se otorga la licencia
- Nombre del proyecto
- Interesado, solicitante de la licencia
- Número de expediente
- Número de radicación ante la ANLA

3. **Diseño:** esta etapa consta de cuatro fases
- i) determinación de los parámetros de análisis,
 - ii) ponderación de los elementos del índice,
 - iii) planteamiento de indicadores
 - iv) formulación de la expresión matemática.

Una vez definidos los parámetros para evaluar la efectividad de las metodologías, se formuló el índice integrando el enfoque operativo y estructural de la efectividad. Para caracterizar cada enfoque se analizan siete parámetros representados en nueve indicadores de estado.

4. **Implementación:** una vez se diseñó se índice de efectividad, se evaluaron las metodologías utilizadas en 131 EsIA suministrados por la ANLA, la estimación de la efectividad se realizó a partir de la información disponible en los documentos suministrados por la autoridad.

Al obtener los resultados del índice se compararon las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales determinando los puntos claves para su implementación efectiva.

La metodología descrita previamente se desarrolló teniendo en cuenta los objetivos propuestos, tal como se relaciona en la Figura 3-1.

Figura 3-1. Esquema metodológico desarrollado durante la investigación



4. Métodos y metodologías empleadas en los EsIA

Los conceptos de método y metodología tienden a homologarse, erróneamente en la literatura. Son términos que están estrechamente relacionados pero difieren. Como lo menciona Cortés y Alvarado (1999), el término metodología se deriva del griego *méthodo* que significa método, y logos que se entiende como tratado. Por lo tanto, metodología se refiere al estudio o tratado de los métodos. Método se deriva también del griego *méthodo* que significa meta; y *odos* que se entiende como vía o camino, presenta la manera de proceder de un modo lógico y ordenado según el objetivo que se plantee. Se define método como un orden o procedimiento, que surge de una teoría a partir de la lógica del pensamiento científico, mientras que la metodología es la parte instrumental de una investigación y como tal lleva al objeto de investigación (Tamayo, 1999).

Como se mencionó en el primer capítulo, el EsIA requiere el uso de métodos y metodologías que faciliten la identificación y valoración de los impactos ambientales. La metodología empleada debe tener una visión global que facilite el análisis de los factores físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales. Por tal razón, una perspectiva adecuada es la de considerar las metodologías como “instrumentos” que pueden utilizarse para facilitar el proceso de EIA. Canter (1999) menciona la inexistencia de una metodología universal que pueda aplicarse a todos los tipos de proyectos en cualquier medio en el que se ubiquen. De esta forma, es improbable que se desarrollen métodos globales, teniendo en cuenta la falta de información técnica y la necesidad de ejercer juicios subjetivos sobre los impactos predecibles en la zona en la que pueda instalarse el proyecto.

4.1 Clasificación de métodos y metodologías empleadas en los EsIA

Los primeros métodos empleados en los EsIA fueron diseñados para ser usados en proyectos puntuales. Con el paso del tiempo, estos fueron adaptados de manera general a otro tipo de proyectos, omitiendo detalles que representaban resultados subjetivos. A pesar de esto, existe una diversidad considerable de métodos para identificar, valorar y ponderar impactos ambientales.

Los métodos y metodologías empleados en los EsIA se pueden clasificar de múltiples formas. Algunos autores hacen referencia al mismo método pero lo ubican en diferentes categorías (Figura 4-1)

Warner y Bromley (1974) los clasifican como¹:

- i) Procedimientos ad-hoc.
- ii) Técnicas de superposición.
- iii) Listas de control.
- iv) Matrices
- v) Diagramas de redes.

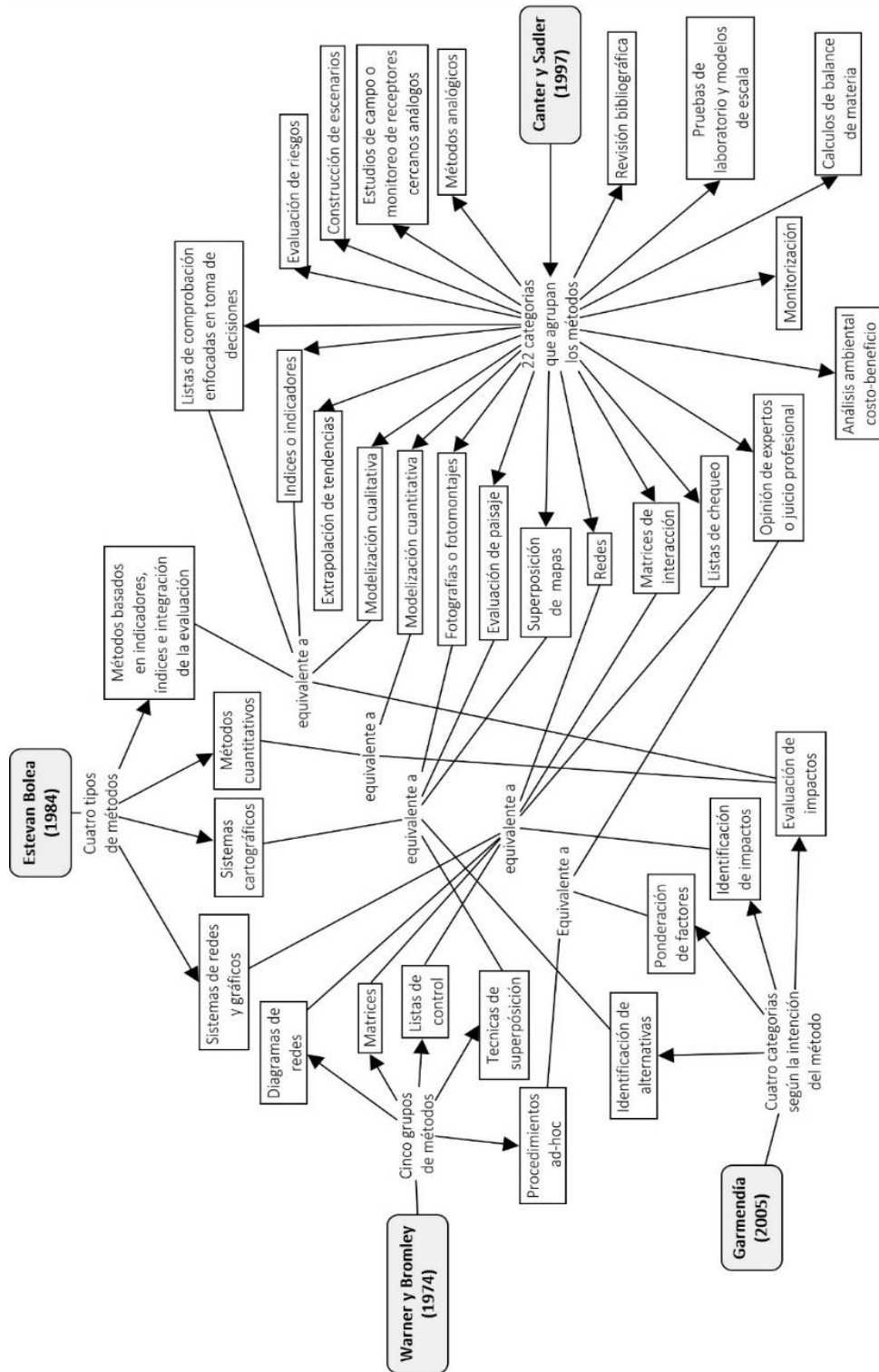
Bolea (1984), establece cuatro categorías para clasificar los métodos de mayor uso en esta clase de estudios:

- i) Sistemas de redes y gráficos:
- ii) Sistemas cartográficos,
- iii) Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación
- iv) Métodos cuantitativos.

Canter (1999) relaciona las matrices, diagramas de redes y listas de control con las etapas del proceso, de este modo asigna una utilidad relativa alta, media o baja a cada método.

¹ Erazo (1998), concuerda con dicha clasificación e introduce los métodos de simulación.

Figura 4-1. Clasificación de las metodologías empleadas en EsIA.



Fuente: Elaboración propia con información de Bolea (1984); Canter (1997); Warner y Bromley (1974) y Garmendía (2005)

realizar la valoración. De este modo, la evaluación del impacto depende en gran medida del criterio del evaluador que a su vez puede estar sujeto a varios factores que alteran la objetividad del resultado.

Tabla 4-1. Clasificación de los métodos y metodologías de uso frecuente en la evaluación de impactos ambientales según su naturaleza.

Naturaleza	Método - Metodología
Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos matriciales. ▪ Diagramas de redes. ▪ Listas de chequeo. ▪ Métodos cartográficos. ▪ Metodología de Conesa. ▪ Metodología de Gómez Orea. ▪ Metodología RAM (Risk Assessment Matrix)². ▪ Metodología de las Empresas Públicas de Medellín - EPM³. ▪ Metodología de valoración cualitativa con análisis por técnicas difusas.
Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Método de Battelle-Columbus. ▪ Modelos de simulación. ▪ Metodología cualitativa modificada.

Fuente: elaboración propia

Según Forcada (2000), los métodos y metodologías cualitativas analizan el impacto ambiental tomando en consideración las siguientes características:

- i) Magnitud: relevancia de la modificación del ambiente
- ii) Carácter genérico: si es positivo o negativo
- iii) Tipo de acción: incidencia inmediata o indirecta en algún aspecto ambiental
- iv) Grado de complejidad: actuación individual o sinérgica con otros impactos

² En español, matriz de análisis del riesgo.

³ También conocida como la Metodología de Arboleda

- v) Características temporales: si es de naturaleza temporal o permanente, a corto o largo plazo.
- vi) Características espaciales: determina si la alteración es puntual o extensa sobre el ambiente.
- vii) Reversibilidad: acude a la capacidad del ambiente de retornar al escenario antes de la aparición del impacto.

Los métodos cuantitativos realizan mediciones para determinar los valores de una variable, enfatizando en la ponderación del impacto a partir de la evaluación numérica. Se pueden clasificar como globales o puntuales según la cantidad de componentes ambientales a considerar.

El método del Instituto Battelle-Columbus es un método global caracterizado por la transformación de indicadores ambientales, mediante el uso de funciones cuyo valor se encuentra en el rango de cero a uno (0 - 1), asignándose el valor de cero (0) para mala calidad ambiental y 1 para buena calidad ambiental, de esta manera todos los indicadores se encontrarán en unidades conmensurables, lo cual facilita la medición del cambio del ambiente, ayudando a tomar decisiones de manera más fácil y objetiva.

Los métodos cuantitativos parciales o modelos, buscan representar la realidad, describirla y analizarla a partir de simulaciones cuya interpretación se realiza más en términos de tendencias y posibilidades que en términos de predicciones numéricas. Aunque estos métodos son más sofisticados, precisos y completos, son mucho más costosos que los demás.

Debido a la gran cantidad de métodos para analizar los impactos ambientales, su selección se ha convertido en un punto de vital importancia para los resultados de un EsIA. Gracias a la complejidad del ambiente y a la escasa perspectiva temporal de las interacciones que se establecen, no es posible definir una fórmula única para escoger un método (Espinoza, 2007), por tal razón es recomendable escoger una herramienta acorde a la naturaleza del proyecto, los recursos disponibles para realizar la evaluación y las ventajas y desventajas de cada método en particular (Tabla 4-2)

Tabla 4-2. Principales ventajas y desventajas de algunos métodos empleados en los EsIA.

Método	Ventajas	Desventajas
<i>Listas de verificación</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Método de uso y comprensión fácil • Establece fácilmente las prioridades del estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hace distinción entre impactos directos e indirectos • No relaciona la acción con el impacto
<i>Matrices</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la acción con el impacto • Esquematiza claramente los resultados del EsIA 	<ul style="list-style-type: none"> • La incorporación de valores puede ser subjetiva • Se dificulta la identificación de impactos directos e indirectos
<i>Redes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la acción con el impacto • Es de gran utilidad para verificar impactos de segundo orden • Identifica fácilmente impactos directos e indirectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Su análisis puede tornarse complejo dependiendo de la magnitud del proyecto • Si no se usa adecuadamente se puede presentar un doble conteo de los impactos
<i>Superposiciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Método de fácil comprensión • Es una herramienta adecuada para seleccionar el área de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Contempla únicamente impactos directos • Se enfoca en la duración y probabilidad de los impactos
<i>SIG y sistemas expertos computarizados</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente para la identificación y análisis de impactos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependen fuertemente del conocimiento y la disponibilidad de datos.
<i>Metodologías de valoración cualitativa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite incorporar impactos importantes, separándolos de los de menor relevancia y trascendencia. • Tiene un carácter generalista, adaptable a diferentes tipos de proyectos. • Detección de relaciones causa-efecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea funciones subjetivas de valoración que disminuyen la adecuación matemática del modelo. • No es posible establecer una relación temporal entre los efectos acontecidos en una fase determinada.
<i>Método de Batelle-Columbus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la evaluación sistemática de impactos ambientales de un proyecto cuantitativamente, ya que se opera con unidades conmensurables. 	<ul style="list-style-type: none"> • La naturaleza de los impactos no está explícita (sólo se determina variación de calidad ambiental de los elementos). • Los elementos o las acciones responsables de las modificaciones no son identificados.

Fuente: Modificado de Forcada (2000), BID (2001) y Espinoza (2005).

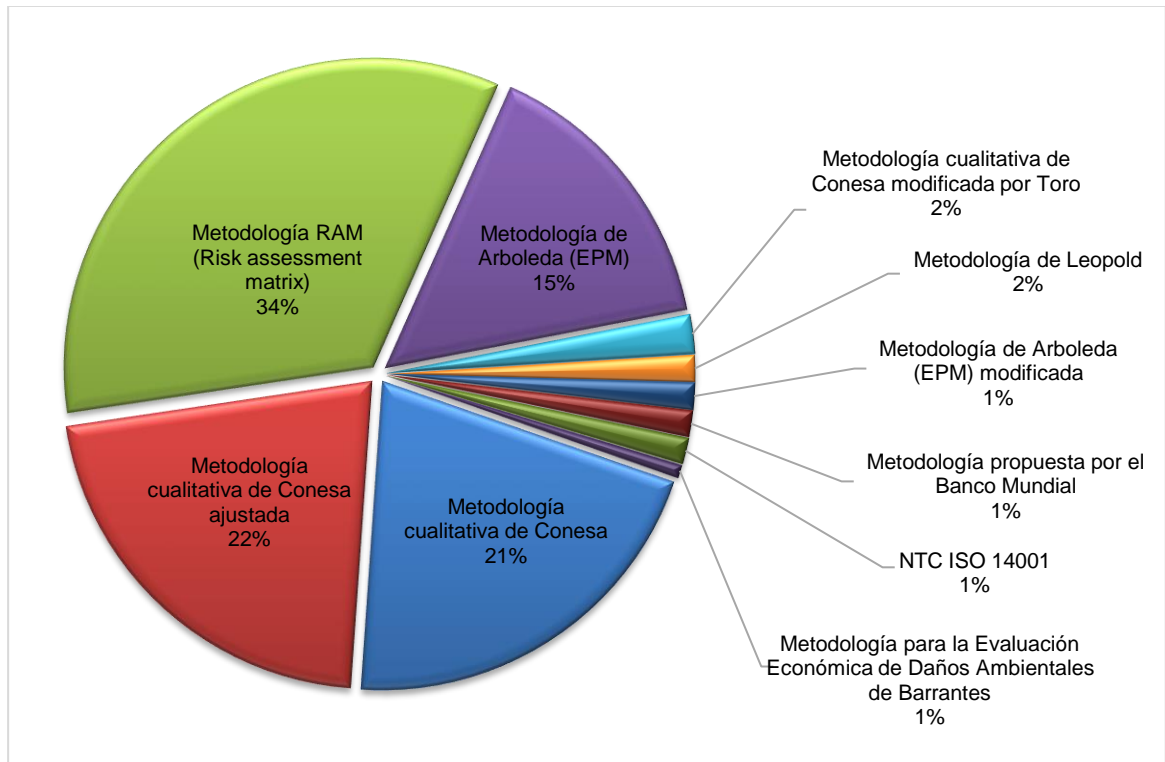
4.3 Metodologías asociadas a la evaluación de impactos ambientales en el contexto colombiano

El estudio de las metodologías empleadas en la valoración de impactos de los EsIA ha sido asociado al desarrollo de investigaciones sobre la EIA en el contexto colombiano. Para esta investigación se toman como antecedentes los trabajos realizados por Martínez, R. (2010) y Martínez, L. (2013), en los cuales se llevan a cabo análisis sobre el proceso de licenciamiento ambiental en Colombia, haciendo énfasis en las metodologías empleadas para la evaluación de impactos ambientales durante el periodo comprendido entre año 2010 y 2011 respectivamente.

El diagnóstico sobre las metodologías de uso frecuente en la evaluación de impactos ambientales, se realizó a partir de los registros de la ANLA relacionados con los EsIA de los proyectos, obras o actividades cuya licencia ambiental fue otorgada entre el mes de enero del año 2012 y diciembre del año 2014. Los estudios correspondientes al transporte o importación de productos agroquímicos y veterinarios, fueron excluidos pues consisten en análisis de riesgos que no presentan las características a evaluar. Tampoco se consideraron 19 EsIA (13% de los estudios presentados por otros sectores) pues la información relacionada con la evaluación de impactos no fue suministrada por la autoridad. Por lo tanto, el análisis de las metodologías se realiza teniendo en cuenta el 87 % de los EsIA presentados por otros sectores durante el periodo mencionado previamente.

Como resultado de la revisión de los EsIA, se reconoce que la metodología de mayor uso en la evaluación de impactos ambientales es la RAM con el 34%, seguida por la metodología de Conesa con 21%, su versión modificada con 22% y la metodología de Arboleda (EPM) con 15%. Las demás metodologías están representadas con porcentajes que oscilan entre 1% y 2%. Como se puede observar en la Gráfica 4-1, en todos los EsIA se utilizan metodologías cualitativas. Aunque estas metodologías tienen un componente cuantitativo, son altamente subjetivas pues los criterios, ponderaciones y calificaciones son hechas a criterio de cada evaluador sin tomar en cuenta opiniones de expertos o la validación en la práctica.

Gráfica 4-1. Metodologías empleadas en los EsIA presentados a la ANLA durante el periodo 2012 - 2014.



Fuente: ANLA (2015)

La discrimina el uso de las metodologías de acuerdo al sector que presenta el EsIA. El sector de hidrocarburos presenta una marcada tendencia a utilizar la metodología RAM⁴, es razonable pues esta es producto de una adaptación que hizo Ecopetrol⁵ a la metodología cualitativa mediante la inclusión del atributo de probabilidad de ocurrencia. La metodología cualitativa de Conesa y su versión ajustada también se presenta como una de las metodologías más empleadas. Su uso se sustenta en la flexibilidad para incluir atributos en la evaluación del impacto dependiendo de las características del proyecto.

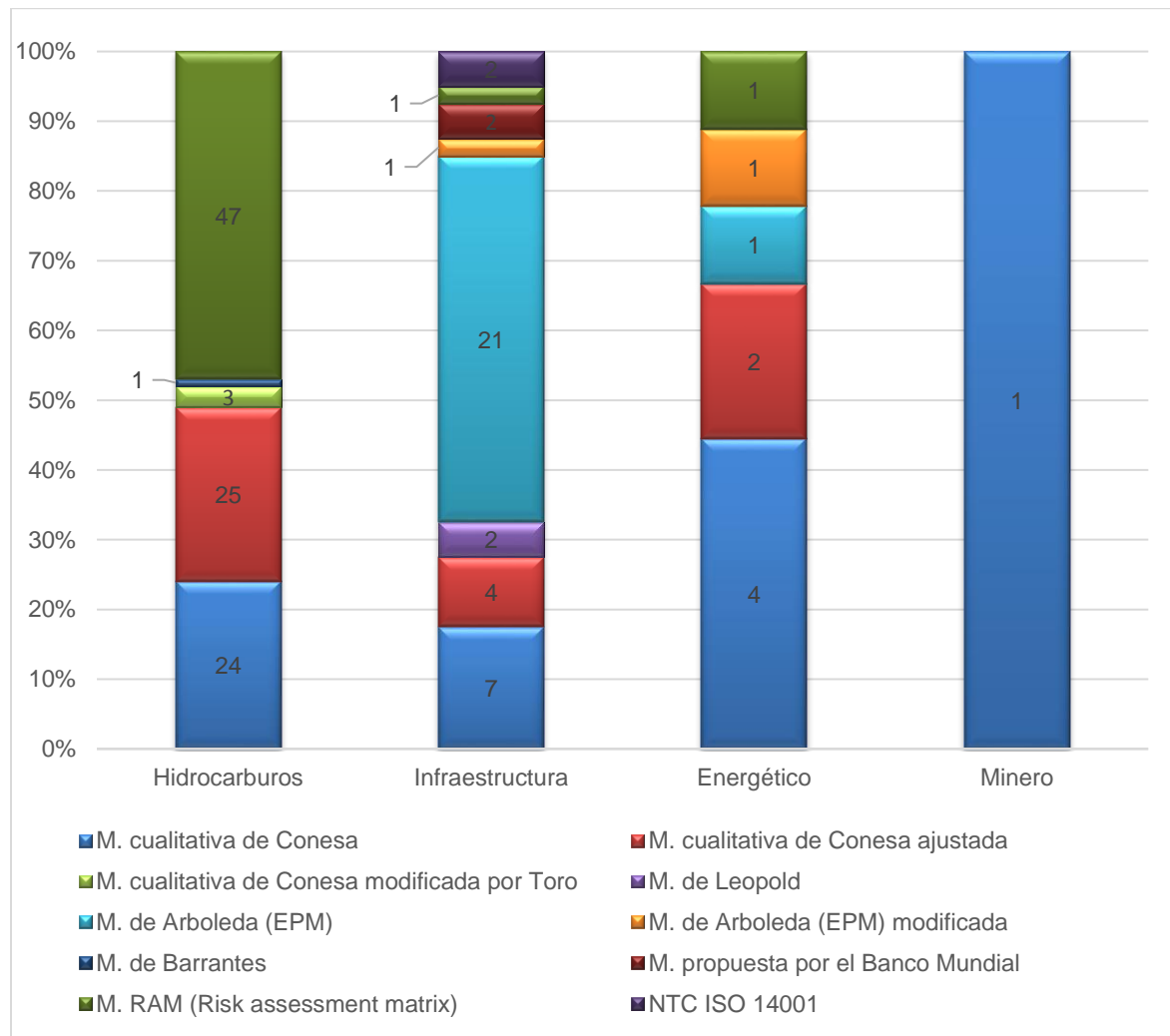
En el sector de infraestructura, la metodología más empleada es la EPM, la metodología de Conesa también es de uso frecuente, aunque en menor proporción con respecto a los

⁴ Risk assesment matrix (Matriz de análisis de riesgo)

⁵ Antiguamente Empresa Colombiana de Petróleos S.A.

otros sectores. Cabe resaltar que a este sector se asocia el uso de la metodología del Banco Mundial y la ISO 14001. Pese a que su representación en este sector es mínima, no se usan en otros sectores. Los pocos EsIA presentados por el sector energético y minero realizan la evaluación de impactos siguiendo los lineamientos de la metodología de Conesa Gráfica 4-2).

Gráfica 4-2. Metodologías empleadas en la evaluación de impactos de acuerdo al sector que presenta el EsIA.



Fuente: ANLA (2015)

5. Índice de efectividad para las metodologías empleadas en los EsIA

Como se mencionó en el capítulo 3, el diseño del índice consta de cuatro etapas:

- i) determinación de los parámetros de análisis,
- ii) ponderación de los elementos del índice,
- iii) planteamiento de indicadores, y
- iv) formulación de la expresión matemática.

Seguido a esto, se presenta el estudio de correlación de las variables que integran el índice. El desarrollo de cada etapa se explica en el presente capítulo

5.1 Parámetros para la estimación de la efectividad

Para estimar la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales, se debe tomar en consideración el modelo ideal de este tipo de herramientas, los principios claves para su implementación y las buenas prácticas a tener en cuenta para desarrollarlas. De igual forma es necesario definir el modelo bajo el cual se realizará la caracterización de la efectividad.

En la conferencia de la International Association for Impact Assessment (IAIA) desarrollada en Estoril, Portugal (1996), se planteó la necesidad de desarrollar principios para definir la forma adecuada de realizar la evaluación de impacto ambiental. Atendiendo a esta iniciativa, Sadler y Brown en colaboración con el Instituto de Evaluación Ambiental del Reino Unido (1999), establecen los “Principios de la mejor práctica para la evaluación de impacto ambiental” para asegurar que la EIA sea llevada a cabo bajo normas internacionalmente aceptadas (Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Principios básicos de la mejor práctica para la evaluación de impacto ambiental.

Principio	Descripción
<i>Propósito</i>	Debe informar la decisión tomada y el resultado teniendo como prioridad la protección ambiental y el bienestar de la comunidad.
<i>Rigurosidad</i>	Debe emplear metodologías y técnicas apropiadas para señalar los problemas que se investigan.
<i>Utilidad</i>	Debe resultar en información y productos que ayuden a la resolución de problemas siendo aceptables y factibles de ser llevados a cabo por los proponentes.
<i>Relevancia</i>	El proceso debe proveer información suficiente, confiable y utilizable en la planificación del desarrollo y en la toma de decisiones.
<i>Costo- efectividad</i>	El proceso debe lograr los objetivos de la EIA dentro de los límites de información, tiempo, recursos y metodología disponibles.
<i>Eficiencia</i>	Debe imponer los mínimos obstáculos de costo en términos de tiempo y financiamiento para los proponentes y participantes y ser congruente en alcanzar los requerimientos y objetivos aceptados para la EIA.
<i>Focalización</i>	El proceso debe concentrarse en los efectos ambientales significativos y en los resultados clave.
<i>Adaptabilidad</i>	Debe ser ajustado a las realidades, resultados y circunstancias de las propuestas revisadas, sin comprometer la integridad del proceso mismo.
<i>Participación</i>	El proceso debe proveer oportunidades adecuadas para informar e involucrar al público interesado y afectado.
<i>Interdisciplinarietàad</i>	El proceso debe asegurar que las técnicas empleadas sean apropiadas y que se incluyan expertos en disciplinas biofísicas y socioeconómicas, incluyendo el uso del relevante conocimiento tradicional.
<i>Credibilidad</i>	El proceso debe ser llevado a cabo con profesionalismo, rigor, honestidad, objetividad, imparcialidad y equilibrio. Debe estar sujeto a comprobaciones y verificaciones independientes.
<i>Integridad</i>	El proceso debe señalar las interrelaciones entre los aspectos sociales, económicos y biofísicos.
<i>Transparencia</i>	El proceso debe ser claro y los requerimientos del contenido de la EIA ser fácilmente comprensibles. Asegura el acceso público a la información.
<i>Sistemática</i>	El proceso debe considerar en su totalidad toda la información relevante del ambiente afectado, las alternativas propuestas y sus impactos.

Fuente: modificado de IAIA (1999)

Estos principios se clasifican de dos formas:

- i) principios básicos, los cuales se aplican a todas las etapas de la EIA y
- ii) principios operativos, que describen la forma como los principios básicos deben ser aplicados en las actividades específicas de la evaluación de impacto.

Aunque los principios presentados por Sadler y Brown están dirigidos al desarrollo de la EIA, pueden ser aplicados al desarrollo de estudios de impacto ambiental y a la implementación de metodologías de evaluación de impactos, pues se constituyen como etapas de este gran proceso.

Erazo (1997), señala que las metodologías empleadas en la realización de EA, deben tener una visión holística que permita analizar los factores biofísicos, socioeconómicos y culturales. En consecuencia, se deben fundamentar por los principios relacionados en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2. Principios fundamentales de las metodologías empleadas en los estudios de impacto ambiental

Principio	Descripción
<i>Flexibilidad</i>	Se debe adaptar a los proyectos en escala y magnitud diferentes.
<i>Vigencia</i>	Debe utilizar técnicas actualizadas con métodos adecuados y modernos.
<i>Estimación del impacto neto</i>	Debe establecer las diferencias entre lo que sucederá si se realiza el proyecto o lo que pasaría sin el proyecto.
<i>Objetividad</i>	Debe ser objetiva, representada en una medida impersonal libre de toda presión.
<i>Claridad</i>	Debe utilizar criterios bien definidos, tanto los procedimientos como los criterios deben ser claramente explicados.
<i>Interdisciplinariedad</i>	Debe ser ejecutada por expertos en diferentes disciplinas que planteen de manera cualitativa, cuantitativa y conceptual los posibles efectos de un proyecto.

Fuente: modificado de Erazo (1997)

Al analizar los principios planteados en la tabla 5-1 y 5-2, se infiere que las dos propuestas tienen aspectos en común. Tal es el caso de la vigencia y la rigurosidad, parámetros que hacen referencia a la necesidad de emplear técnicas (y metodologías)

adecuadas para identificar posibles problemas. De igual forma, la adaptabilidad y la flexibilidad representan la capacidad de la EIA para adaptarse a diferentes proyectos o realidades bajo las cuales se desarrolle. La interdisciplinariedad también es una condición en común debido a la importancia de integrar diferentes disciplinas para evaluar de forma integral un proyecto o actividad, así como lo es la claridad, objetividad o transparencia del proceso, las cuales hacen énfasis en el profesionalismo y la imparcialidad que se debe llevar a cabo durante el desarrollo de la EIA.

De acuerdo con las recomendaciones realizadas por la IAIA (1999) y Erazo (1997), dirigidas al correcto desarrollo de la EIA y EA, se proponen siete parámetros para estimar la efectividad de metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales. Estos se agrupan en dos categorías:

- i) parámetros estructurales, relacionados con el diseño de la metodología y los elementos que la componen y,
- ii) parámetros operativos, relacionados con la forma de ejecutar la metodología, los actores involucrados y los recursos empleados.

Para establecer los parámetros de análisis, se interpreta la clasificación de efectividad realizada por Sadler (1996), obedeciendo a la correlación que se establece entre esta y el concepto empleado en la gestión pública, donde se considera que la efectividad es la conjugación de los criterios de eficiencia y eficacia. De esta forma se establece una correspondencia entre los parámetros estructurales y la efectividad procedimental; y los parámetros operativos se vinculan con la efectividad transactiva (Tabla 5-3). La evaluación de estos parámetros determina el cumplimiento de los objetivos de la metodología y la recuperación de la intención inicial de su aplicación, involucrando la efectividad sustancial/sustantiva.

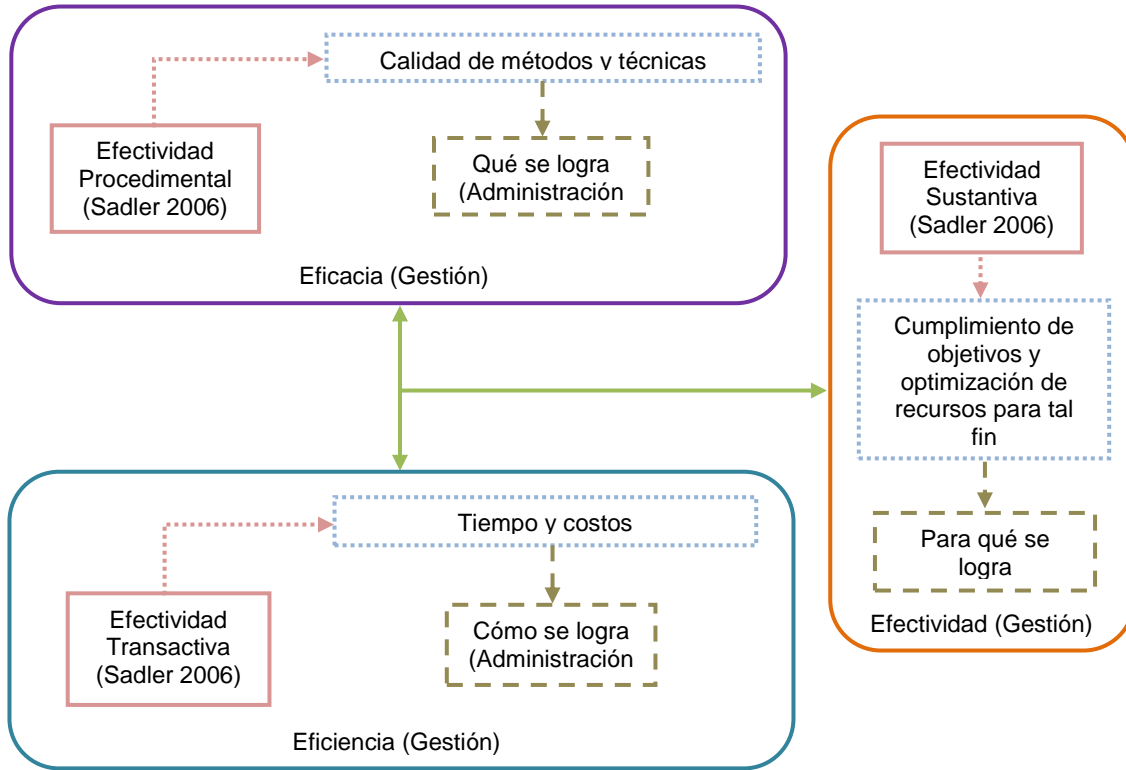
Tabla 5-3. Parámetros para la estimación de la efectividad en metodologías de evaluación de impactos ambientales.

Efectividad		Tipo de parámetro	Parámetros de análisis	Descripción del parámetro
Sustancias/sustantiva	Procedimental	Estructural	Totalidad	Consideración de todos los componentes y factores ambientales que pueden ser afectados
			Objetividad	Uso de métodos cualitativos y cuantitativos
			Pertinencia	Definición de atributos pertinentes para la evaluación del impacto
			Rigurosidad	Uso de técnicas adecuadas, estandarizadas y replicables que se ajusten al propósito del análisis.
	Transactiva	Operativo	Interdisciplinariedad	Inclusión de profesionales especialistas en diferentes disciplinas
			Experticia	Coherencia entre el campo de acción de los evaluadores y la labor a desempeñar.
			Participación	Inclusión de la comunidad en la toma de decisiones

Fuente: Elaboración propia.

Se infiere que la efectividad procedimental se relaciona con la “eficacia” al tener como punto de análisis la calidad de los procedimientos, métodos y técnicas empleadas para cumplir el objetivo planteado previamente. La efectividad transactiva se interpreta como la “eficiencia”, la cual evalúa el cumplimiento del objetivo en función del uso de recursos. La efectividad sustancial/sustantiva se enfoca en el cumplimiento de objetivos establecidos previamente. Si en esta involucramos la optimización del uso de los recursos destinados para la labor, se puede evaluar en cuestión de la eficacia y la eficiencia (Figura 5-1).

Figura 5-1. Relación entre la clasificación de la efectividad, el concepto de efectividad propuesto desde la gestión pública y el concepto propuesto por la administración empresarial.



Fuente: elaboración propia a partir de Sadler (2006) y Oficina Nacional de control Interno – Universidad Nacional de Colombia (2012)

5.2 Consulta a expertos

Con el fin de corroborar la ponderación de los componentes del índice, se tomó en consideración la opinión de un grupo de profesionales seleccionados de acuerdo a su experiencia y trabajos relacionados con EsIA. La consulta se realizó siguiendo los lineamientos propuestos en el método Delphi, para el cual García y Suarez (2013) sugieren que su aplicación se desarrolle en tres fases

i) Fase preparatoria

- Selección de expertos: el grupo consultado integra 16 profesionales escogidos a nivel local. Para esta investigación, se determina que un experto debe contar con un tiempo de experiencia en la investigación y desarrollo de EsIA estimado en un periodo de tres a seis años.
- Preparación del instrumento: se emplea un cuestionario estructurado⁶, con preguntas abiertas y cerradas, de respuesta dicotómica y ponderación. El instrumento se divide en cuatro secciones equivalentes a las variables de análisis: 1) cálculo de la efectividad de la metodología para la evaluación de impactos, 2) la estructura de la metodología, 3) el factor de incertidumbre aleatoria y 4) operatividad de la metodología (Anexo B).

ii) Fase de consulta

Se realizaron dos rondas de consulta, en la primera se determinan las variables de análisis y se organiza el cuestionario descrito previamente. En la segunda ronda se establecen las condiciones para el desarrollo de la consulta y se aplica el instrumento. Al final de esta ronda se procesan los datos obtenidos para determinar si hay un acuerdo general entre los consultados con respecto a los puntos de análisis. Al llegar a un acuerdo en la segunda ronda, no fue necesario realizar una tercera.

iii) Fase de consenso

Previamente se definió un porcentaje de aceptación del 80% con relación al total de respuestas de los expertos. Los resultados de este ejercicio se presentan en el anexo C.

⁶ Cuestionario estructurado: es un tipo de formato en donde las preguntas y posibles respuestas de presentan de la misma forma a los participantes de la consulta. (2013)

5.3 **Formulación de indicadores**

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL (2004), un indicador es:

“Una observación empírica que sintetiza aspectos de un fenómeno que resultan importantes para uno o más propósitos analíticos o prácticos. Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse a aquellas que son susceptibles de expresión numérica”

El Departamento Nacional de Planeación – DNP (2009) define al indicador como la representación cuantitativa (variable o relación entre variables), verificable objetivamente, a partir de la cual se registra, procesa y presenta la información necesaria con el fin de medir el avance o retroceso en el logro de un determinado objetivo. En EIA, generalmente los indicadores son utilizados para describir el comportamiento del medio ambiente, pues como lo menciona Munn (1975), son parámetros que dan una medida de la magnitud del impacto ambiental. Para efectos de esta investigación, se plantea un sistema de indicadores con el fin de asignar un valor a las variables de análisis que constituyen el índice de efectividad.

La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo – OCED (1993) presenta un marco de referencia para definir indicadores, estableciendo tres categorías: presión, estado o respuesta (PER).

- i) Presión: los indicadores miden las causas del fenómeno a estudiar.
- ii) Estado: mide el comportamiento de las variables en un momento actual que permite definir un diagnóstico
- iii) Respuesta⁷: relaciona las acciones tomadas con el fin de corregir fallas en el sistema analizado

⁷ También entendida como indicadores de gestión

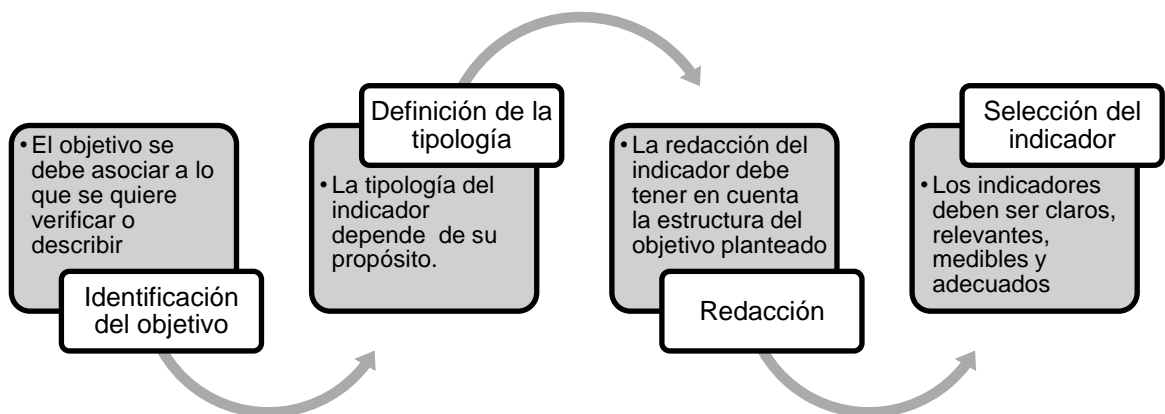
De acuerdo a la clasificación de Quintero (1997), los indicadores pueden ser:

- i) De logro: también denominados de impacto o externos. Permiten valorar la eficacia.
- ii) De gestión: también denominados como internos, de seguimiento o control. Permiten la valoración de la eficiencia.
- iii) De resultado: relacionados con los logros a corto plazo y las contribuciones para resolver problemas.

Los indicadores propuestos son descriptivos, dan una idea de las condiciones pasadas o actuales (De Camino y Muller, 1993). Tanto para las variables estructurales como las de operatividad, se plantean indicadores de estado. Se toma como referencia el modelo planteado en la guía metodológica establecida por el DNP (2009). Aunque esta presenta lineamientos dirigidos al diseño de indicadores económicos, se ajusta al tipo de indicadores descritos previamente.

Para la formulación de los indicadores, se tienen en cuenta cuatro pasos relacionados en la Figura 5-2⁸.

Figura 5-2. Metodología empleada para la formulación de indicadores



Fuente: modificado de DNP (2009)

⁸ En la Guía metodológica para la formulación de indicadores, se relaciona una quinta etapa: elaboración de la hoja de vida del indicador con información para su seguimiento. Esta etapa no se contempló pues se ajusta a indicadores económicos.

Tabla 5-4. Relación entre el objetivo, indicador y variable del índice de efectividad

Variable	Objetivos	Indicador
<i>Parámetros estructurales</i>		
<i>Objetividad</i> γOb	Implementar metodologías de evaluación de impactos ambientales con parámetros establecidos previamente para evitar que la decisión final no dependa directamente del criterio del evaluador.	Número de métodos o metodologías de diferente naturaleza con parámetros de evaluación establecidos previamente.
<i>Totalidad</i> δTo	Incluir todos los componentes ambientales que permitan evaluar el lugar de ubicación del proyecto o actividad	Componentes ambientales incluidos en la evaluación ambiental
<i>Rigurosidad</i> ϕRg	Usar protocolos técnico-científicos requeridos por la autoridad ambiental para la caracterización de los componentes ambientales.	Uso de protocolos técnico-científicos requeridos por la autoridad ambiental o las características del proyecto o actividad.
	Emplear técnicas idóneas para la caracterización de los componentes ambientales.	Idoneidad de técnicas empleadas.
<i>Pertinencia</i> θPt	Excluir los atributos que no son pertinentes, porque no reflejan el estado del ambiente en la evaluación de impactos ambientales.	Numero de atributos irrelevantes incluidos en la evaluación de impactos ambientales.
<i>Parámetros operativos</i>		
<i>Interdisciplinariedad</i> ρIt	Constituir el equipo evaluador con profesionales de diferentes especialidades	Número de profesionales de diferentes especialidades que constituyen el equipo evaluador
<i>Experticia</i> γEx	Establecer la correspondencia entre las especialidades de los evaluadores y el componente de análisis.	Relación entre las especialidades de los evaluadores y el componente de análisis.
	Definir el nivel de formación de los evaluadores	Nivel de formación de los evaluadores
<i>Participación</i> σPa	Definir la participación de la comunidad en la evaluación de impactos.	Participación de la comunidad en la evaluación de impactos

Fuente: elaboración propia

5.3.1 Valores de referencia y escala de calificación

Para cada uno de los indicadores formulados, se establecieron valores de referencia definidos a partir de estándares, parámetros y normas sugeridas para el buen desarrollo de la evaluación de impactos. De acuerdo a cada valor de referencia, se proponen tres categorías con una escala de calificación entre 0 y 1, donde el menor valor representa la condición menos favorable para que la metodología sea efectiva y el mayor valor indica que el objeto de análisis se estructura o desarrolla de la mejor forma (Tabla 5-5). Los valores de referencia para los *VPE* y *VPO* se presentan en la siguiente sección.

Tabla 5-5. Categorías y escala de calificación para los valores de referencia de los indicadores propuestos

Categoría	Escala de calificación
<i>Alto</i>	1
<i>Medio</i>	0,5
<i>Bajo</i>	0

5.4 Formulación de la expresión matemática

Se propone una expresión matemática integrada por dos elementos ponderados. Estos elementos están constituidos a su vez, por variables ponderadas cuyo valor se estima a partir de los indicadores formulados previamente.

5.4.1 Índice de efectividad (*IEM*)

El índice de efectividad para metodologías de evaluación de impactos ambientales (*IEM*), es una expresión que permite integrar el componente operativo y estructural de la metodología para determinar si cumple con los objetivos propuestos utilizando los recursos destinados de manera óptima.

Al considerarse la relación entre eficiencia y eficacia se genera como resultado un porcentaje de efectividad, tal como se presenta en la Ecuación 1.

Ecuación 1. Índice de efectividad para las metodologías de evaluación de impactos ambientales.

$$IEM = [(\alpha VPE - FIA) + \beta VPO] * 100$$

Donde:

IEM = Índice de efectividad para las metodologías de evaluación de impactos ambientales; **VPE** = valor de los parámetros estructurales; **FIA** = factor de incertidumbre aleatoria; **VPO** = valor de los parámetros operativos; $\alpha = 0,7$; $\beta = 0,3$

La Ecuación 1 está constituida por el valor de los parámetros estructurales (*VPE*) al que se le resta el Factor de incertidumbre aleatoria (*FIA*) más el valor de los parámetros operativos (*VPO*). El resultado del índice se expresa como un porcentaje que significa el grado de efectividad de la metodología.

Se determinó que el *VPE* equivale al 70% sobre el valor final, por lo tanto el ponderador (α) equivale a $=0,7$ y el *VPO* representa el 30% restante $\beta=0,30$. Esto se debe a la dificultad para modificar la metodología de evaluación una vez se ha definido su uso, debido a que un cambio en su estructura se torna sumamente complejo y en caso de realizarlo se puede interpretar como una estrategia para manipular los resultados de la evaluación. De otro lado, una vez se detecta una falla operativa en la implementación de la metodología, fácilmente se pueden tomar acciones para el cambio.

La Gráfica 5-1 relaciona los posibles resultados del *IEM* teniendo en cuenta los valores de $(\alpha VPE - FIA)$ y βVPO que van de 0 a 0,65 y de 0 a 0,30 respectivamente (Anexo D). Como se puede observar, el resultado del *IEM* varía entre 0 y 95%, por lo tanto una metodología tiene como mínimo 0% de efectividad y como máximo 95%. Esto se relaciona con la imposibilidad de tener una metodología totalmente efectiva debido a la incertidumbre inherente al ambiente, como se explicará posteriormente.

De acuerdo a los resultados presentados, la efectividad se clasifica según los valores contenidos en la Tabla 5-6. Igualmente se presentan las características de las metodologías que se ubican en cada una de las categorías establecidas.

Gráfica 5-1. Relación entre los valores de IEM, ($\alpha VPE - FIA$) y βVPO .

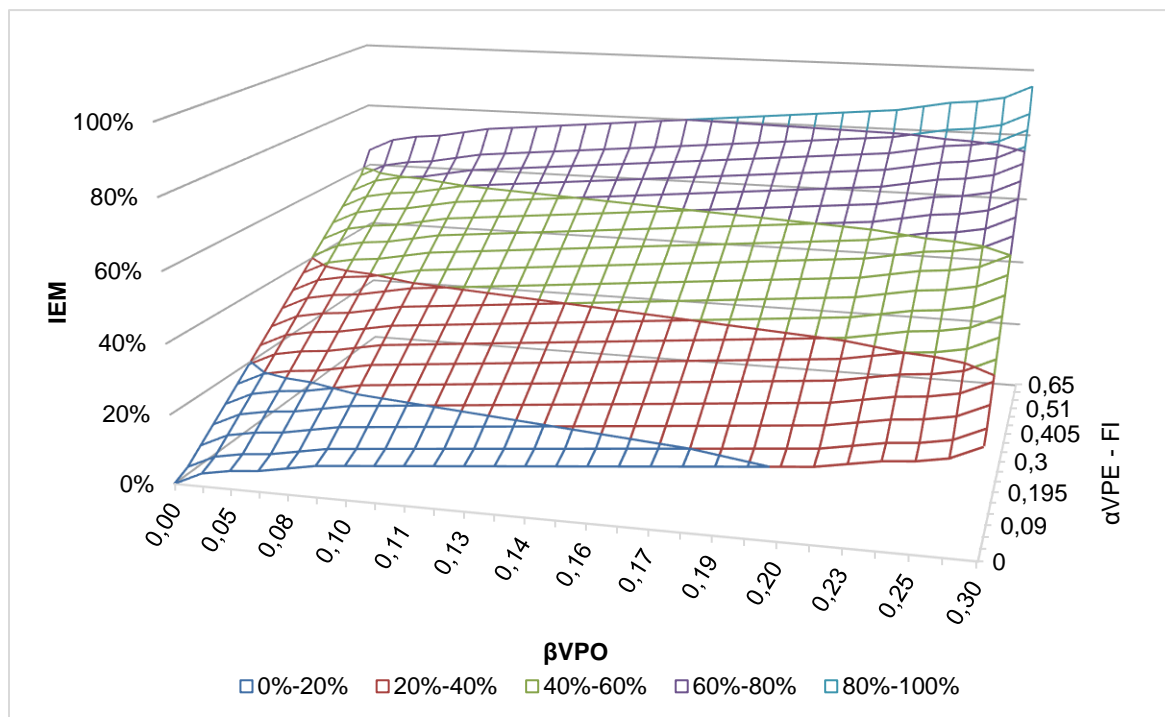


Tabla 5-6. Escala de valor para la interpretación de los resultados del IEM

Grado de efectividad	Rango	Descripción
Alto	81% - 95%	La metodología es efectiva, los resultados de la evaluación son confiables y el impacto presenta altas probabilidades de comportarse según el resultado final del EIS.
Medio-alto	61% - 80%	La metodología presenta una estructura sólida pero aún debe mejorar algunos aspectos para presentar resultados confiables.
Medio	41% - 60%	La metodología es medianamente efectiva. Los resultados de la evaluación no son confiables, aunque integra algunos elementos básicos para evaluar correctamente el impacto, este presenta pocas probabilidades de comportarse según el resultado final del EIS.
Bajo	21% - 40%	La metodología no es efectiva. Los resultados de la evaluación no son confiables, no integra los elementos básicos para evaluar correctamente el impacto, este presenta pocas probabilidades de comportarse según el resultado final del EIS.
Muy bajo	0% y 20%	La metodología no es efectiva. Los resultados de la evaluación no son confiables y el impacto no tiene probabilidades de comportarse según el resultado final del EIS. La metodología se debe replantear por completo.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Valor de los parámetros estructurales (VPE)

El VPE tiene valores entre 0 y 0,65, Se compone de cuatro variables: i) Objetividad, ii) Totalidad, iii) Pertinencia y iv) Rigurosidad. Cada una se calcula a partir de indicadores y valores de ponderación de acuerdo a sus particularidades y condiciones. La expresión que integra los cuatro parámetros estructurales se presenta en la Ecuación 2.

Ecuación 2. Valor de los parámetros estructurales (VPE)

$$VPE = \gamma Ob + \delta To + \theta Pt + \phi Rg$$

Donde:

γOb = Objetividad; δTo = Totalidad; θPt = Pertinencia; ϕRg = Rigurosidad

El análisis conceptual de cada una de las variables se presenta a continuación:

5.4.2.1. Objetividad (γOb)

La objetividad es definida como el reconocimiento de un objeto bajo una perspectiva neutral e imparcial. Es la falta de prevención al considerar un asunto prescindiendo de las consideraciones y criterios personales. Es lo opuesto a la subjetividad (Diccionario Manual de la Lengua Española, 2007).

Kant (1781), señala que lo “objetivo” hace referencia al conocimiento científico justificable y una justificación es “objetiva” si puede ser contrastada y comprendida por cualquier persona. Popper (1980) emplea el término “objetivo” de forma similar a Kant, pero mantiene que las teorías científicas no son enteramente justificables, en tanto si lo son contrastables, por lo tanto la objetividad científica se soporta en el hecho de poder ser contrastada a través del debate crítico. De este modo la objetividad se basa en la conformidad con las reglas admitidas por la comunidad científica (Fourez, 1994)

La subjetividad es uno de los aspectos que determinan los resultados de la evaluación de impactos ambientales. Puede presentarse como consecuencia de los intereses del proponente del proyecto o paradigmas establecidos desde la formación de cada especialista. Aunque el uso de metodologías cualitativas ha sido relacionado con la subjetividad en la evaluación de impactos ambientales, las metodologías cuantitativas también pueden generar juicios sesgados por parte de los evaluadores. Esto quiere decir que los resultados de las metodologías sin importar su naturaleza (cualitativa o

cuantitativa) carecen de objetividad en tanto no se establezcan reglas puntuales para evaluar el impacto. Sin embargo, el uso combinado de métodos de diferente naturaleza permite realizar una evaluación global del impacto disminuyendo la incertidumbre del resultado final.

Por tal razón, el valor de la objetividad para el índice se determina teniendo en cuenta el uso combinado de métodos o metodologías de diferente naturaleza y la baja dependencia del criterio del evaluador, obtenida a través del uso de parámetros (indicadores) con una justificación sólida, establecidos previamente a la evaluación.

La objetividad tiene una ponderación superior a las otras variables que integran el *VPE*, ($\gamma = 0,4$), el valor final se encuentra en un rango definido entre 0 y 0,4. La calificación del indicador relacionado con este parámetro de análisis se presenta en la Tabla 5-7.

Tabla 5-7. Valores de referencia para calificar la objetividad de la metodología.

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
NMCP	Número de métodos o metodologías de diferente naturaleza con parámetros de evaluación definidos previamente.	Uso exclusivo de uno o más métodos de naturaleza cualitativa o cuantitativa sin parámetros para realizar la evaluación.	0
		Uso exclusivo de un método de naturaleza cualitativa y/o cuantitativa con parámetros justificados para la evaluación de impactos.	0,5
		Uso de dos o más métodos de distinta naturaleza con parámetros justificados para la evaluación de impactos.	1

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.2. Totalidad (δT_o)

Para esta investigación, la totalidad se entiende como la inclusión de todos los componentes y factores ambientales que pueden ser afectados por la obra o actividad sobre la cual se presenta el EsIA, de acuerdo al sitio de ubicación. Los términos de referencia y la metodología general para la presentación de estudios ambientales

expedida por la ANLA, denominan como componentes a los aspectos ambientales que constituyen un medio físico, biótico o socioeconómico (Figura 5-3)

Figura 5-3. Componentes ambientales a incluir en la evaluación de impactos ambientales.

Medio físico	Medio biótico	Medio socioeconómico
<ul style="list-style-type: none"> •Geología •Geomorfología •Suelos* •Oceanografía •Hidrología •Calidad del agua •Uso del agua •Hidrogeografía •Atmósfera •Geotecnia •Paisaje 	<ul style="list-style-type: none"> •Flora •Fauna •Ecosistemas marinos* 	<ul style="list-style-type: none"> •Dimensión demográfica •Dimensión espacial •Dimensión económica •Dimensión cultural •Aspectos arqueológicos •Dimensión político administrativa •Tendencias de desarrollo •Población a reasentar

* Estos componentes se consideran cuando la obra o actividad se desarrolle en ecosistemas marinos.

Fuente: Modificado de Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

La omisión de alguno de esos componentes representa un impacto ambiental que posiblemente no se identificó y por lo tanto no se evaluó. De este modo la evaluación de impactos pierde su integralidad representada en la caracterización de todas las posibles alteraciones que se generan a partir del desarrollo de la obra o la actividad en cuestión. Cabe aclarar que al no incluir alguno de los componentes mencionados, la autoridad ambiental está facultada para rechazar el EsIA o solicitar información complementaria, de este modo se retrasa el otorgamiento de la licencia ambiental.

El indicador que le adjudica un valor a esta variable se elaboró tomando como referencia la cantidad de componentes que deben evaluarse según los lineamientos de las autoridades competentes. Este indicador no tiene un valor medio pues una vez se omite el componente la efectividad de la evaluación disminuye. Tiene una ponderación de $\delta=0,1$, por tal razón, su resultado varía entre 0 y 0,1 (Tabla 5-8)

Tabla 5-8. Valores de referencia para calificar la totalidad de la metodología.

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
CAI	Componentes o factores ambientales incluidos en la evaluación ambiental	Se omiten uno o varios componentes o factores ambientales propuestos por la autoridad ambiental de acuerdo a las características del sitio de ubicación del proyecto o actividad.	0
		Se incluyen todos los componentes o factores ambientales propuestos por la autoridad ambiental de acuerdo a las características del sitio de ubicación del proyecto o actividad.	1

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.3. Rigurosidad (ϕRg)

La rigurosidad evalúa el uso de técnicas adecuadas, estandarizadas y replicables que se ajustan al propósito del análisis. Esto acude a la necesidad de realizar un diagnóstico acertado del componente ambiental siendo esta la información que se toma como base para evaluar los posibles impactos.

La metodología para la presentación de estudios ambientales propone varias técnicas y protocolos con este propósito, pero existen muchas herramientas que se pueden utilizar con la misma intención. Sin embargo, en Colombia los EsIA deben restringirse a los lineamientos establecidos por la autoridad ambiental. Aunque se da libertad para caracterizar algunos componentes de acuerdo al criterio del profesional encargado, esto puede generar incertidumbre en los resultados de la evaluación si no se escoge una técnica acertada para el propósito del análisis.

Para realizar esta selección se debe tener en cuenta que la técnica haga parte de una investigación respaldada por la academia o instituciones especializadas, esto indica que debe hacer parte de una publicación relacionada con el campo de investigación al que pertenece y deben tener registros de su uso en otros estudios de la misma naturaleza, por lo tanto es replicable.

Se definieron dos indicadores para calcular esta variable tomando en consideración el uso de las técnicas sugeridas por la autoridad ambiental y la inclusión de otras técnicas siempre y cuando estén sustentadas por los registros mencionados anteriormente (Tabla 5-9).

Tabla 5-9. Valores de referencia para calificar la rigurosidad de la metodología.

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
UTc	Uso de protocolos técnico-científicos requeridos por la autoridad ambiental o las características del proyecto o actividad.	No se adoptan los protocolos y técnicas requeridos por la autoridad o las características del proyecto o actividad.	0
		Se adoptan los protocolos y técnicas requeridos por la autoridad o las características del proyecto o actividad.	1
ITc	Idoneidad de técnicas empleadas.	La técnica no es replicable y no hace parte de un estudio académico.	0
		La técnica ha sido evaluada académicamente pero no es soportada por publicaciones científicas.	0,5
		La técnica ha sido evaluada académicamente y soportada por una investigación sistemática y publicaciones científicas.	1

Fuente: Elaboración propia.

El valor de la rigurosidad se calcula a partir de la multiplicación de la calificación de estos indicadores (Ecuación 3).

Ecuación 3. Calculo de la rigurosidad de la metodología.

$$\phi Rg = UTc \times ITc$$

Donde:

ϕRg = rigurosidad; **UTc** = Calificación del indicador “Uso de protocolos técnico-científicos requeridos por la autoridad ambiental o las características del proyecto o actividad”; **ITc** = Calificación del indicador “Idoneidad de técnicas empleadas”

Al determinar que $\phi=0,3$, se establece que el valor de la totalidad se encuentra entre 0 y 0,3

5.4.2.4. Pertinencia (θPt)

La pertinencia simboliza la inclusión de atributos adecuados para la evaluación de impactos. Como se mencionó en el capítulo 3, las metodologías pueden clasificarse de acuerdo a su intención, así encontramos diversos métodos para identificar, ponderar y evaluar los impactos ambientales, siendo de naturaleza cuantitativa o cualitativa.

En Colombia prevalece el uso de metodologías de evaluación cualitativa. Generalmente, estas metodologías califican el impacto haciendo uso de atributos calificados a criterio del evaluador, lo que representa un ejercicio subjetivo y poco acertado. Algunos de esos atributos no simbolizan una condición relevante para la significancia del impacto pero se incluyen en los algoritmos utilizados para su cálculo influyendo de gran manera en los resultados, de este modo se genera un factor de incertidumbre.

Teniendo en cuenta el uso predominante de las metodologías cualitativas en los EsIA y la sugerencia hecha previamente sobre el uso combinado de metodologías cualitativas y cuantitativas en la evaluación de impactos, la pertinencia se evalúa prestando atención a los atributos incluidos en la evaluación de impactos.

Martínez (2012) menciona cuatro fuentes de incertidumbre asociadas a los atributos de calificación de impactos:

- i) Uso del mismo nombre para describir dos atributos diferentes o dos nombres diferentes para describir el mismo atributo
- ii) Inclusión de atributos que no contribuyen a la valoración de la importancia del impacto
- iii) Inclusión de la probabilidad de ocurrencia como un atributo aditivo dentro de la función de importancia.
- iv) Inclusión de atributos en la función de importancia que posteriormente no son evaluados

Toro et al., (2012), hacen una propuesta de ajuste de la metodología cualitativa eliminando tres atributos de la ecuación que propone Conesa (1995):

- i) Momento (MO): es el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Se sugiere que este atributo sea eliminado pues la gravedad de un impacto puede ser la misma así se presente a corto, medio o largo plazo, por lo tanto este aspecto no es determinante en su evaluación.
- ii) Efecto (EF): es la relación causa-efecto, o la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción. En la literatura se encuentra como la clasificación del impacto directo o indirecto. No se considera pertinente en la evaluación de un impacto pues la gravedad en el deterioro de los recursos naturales puede ser igual así el impacto sea directo o indirecto.
- iii) Recuperabilidad (RB): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Aunque este atributo determina la posibilidad de reestablecer la condición inicial del factor afectado, no expresa la intención de implementar estas acciones. Además, cabe señalar que al presentarse un disturbio en el ecosistema, este no puede retornar a su condición inicial y en el caso de poder hacerlo, este proceso tomaría mucho tiempo. Por lo tanto, el efecto de las acciones tomadas no sería evidente.

La recuperabilidad inhata o adquirida implica restaurar la resiliencia de un ecosistema. No obstante, el concepto de recuperabilidad que maneja la teoría cualitativa no se fundamenta en principios de tipo ecológico sino en la intención de restaurar el ecosistema a su estado inicial, dependiendo de viabilidades técnicas. Sin embargo, puede tener gran utilidad al momento de generar estrategias de manejo de los impactos evaluados.

Martínez (2010) recomienda la exclusión de la probabilidad de ocurrencia (PO), pues subestima la importancia del impacto, además se debe considerar que su estimación es casi imposible teniendo en cuenta la estocasticidad del ambiente y solo se podría considerar si relaciona series históricas de la frecuencia de aparición del evento.

Aunque el uso de la PO puede controvertir el principio de precaución, debe entenderse que no tiene como objetivo la caracterización del impacto pues la probabilidad de que este ocurra y su gravedad son dos condiciones independientes. Para que el uso de este atributo sea pertinente, la evaluación del impacto debe tomar como referencia análisis previos y sistematización de impactos ya evaluados con el fin de encontrar una tendencia. Debido a que en el país no se encuentran análisis con estas características, no podemos hallar probabilidades. No obstante, la PO se puede incluir en la elaboración de planes de contingencias para hallar el riesgo asociado al impacto, pues si la probabilidad de ocurrencia del impacto es alta y su gravedad lo es también, hay un alto riesgo asociado. Esto determina las tasas retributivas asociadas a los posibles daños ambientales y las estrategias enfocadas en la prevención o mitigación de los impactos, presentes en los planes de manejo.

Por lo tanto, el indicador que se propone, recoge estos factores y determina que un valor alto en la pertinencia de la evaluación ambiental debe estar relacionada con la exclusión de estos atributos para evaluar el impacto (Tabla 5-10).

Tabla 5-10. Valores de referencia para calificar la pertinencia de la metodología

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
NAI	Numero de atributos irrelevantes incluidos en la evaluación de impactos ambientales	Se incluyen tres o más de los siguientes atributos en la evaluación de impactos ambientales: MO, EF, RB y PO.	0
		Se incluyen uno o dos de los siguientes atributos en la evaluación de impactos ambientales: MO, EF, RB y PO.	0,5
		No se incluyen los atributos MO, EF, RB y PO en la evaluación de impactos ambientales.	1

Fuente: Elaboración propia.

Esta variable tiene una ponderación de $\phi=0,2$, por tal razón, sus valores varían entre 0 y 0,2.

5.4.3 Factor de incertidumbre aleatoria (FIA)

La evaluación de los impactos ambientales es un ejercicio que se realiza a partir de predicciones, pues compara entre lo que sucedería si se realiza el proyecto o lo que pasaría sin el proyecto. Si bien los evaluadores tienen las herramientas para determinar la significancia de un impacto, no la pueden predecir con exactitud por la condición dinámica del ambiente. Esto se relaciona con la incertidumbre aleatoria o exógena mencionada por la IOM (2013), la cual se presenta cuando hay variaciones naturales en el ecosistema que no pueden ser controladas ni reducidas al coleccionar más información.

Por tal razón, se propone un FIA con un valor de 0,05 que representa la incertidumbre generada por la condición cambiante de la zona a evaluar y la imposibilidad de estimar con certeza el impacto, lo que significa que una metodología de evaluación de impactos no puede ser totalmente efectiva.

5.4.4 Valor de los parámetros operativos (VPO)

El VPO analiza los recursos disponibles para ejecutar la metodología y la optimización de estos en el desarrollo del proceso, de este modo se puede considerar como el componente que representa la eficiencia de la metodología. Incluye tres parámetros de análisis: i) interdisciplinariedad, ii) experticia y iii) participación. Cada uno se calcula a partir de indicadores y valores de ponderación de acuerdo a sus particularidades y condiciones. La expresión matemática relacionada con este concepto se presenta en la Ecuación 4

Ecuación 4. Valor de los parámetros operativos (VPO)

$$VPO = \gamma Ex + \rho It + \sigma Pa$$

Donde

ρIt = Interdisciplinariedad; γEx = Experticia; σPa = Participación

5.4.4.1. Interdisciplinariedad (ρIt)

Según Tamayo (1999), la interdisciplinariedad es entendida como la incorporación de resultados de varias disciplinas con diferentes esquemas conceptuales de análisis, que son sometidas a comparación y enjuiciamiento para finalmente integrarlas.

Al considerar la pertinencia de la investigación científica en la toma de decisiones y el concepto de ambiente como un sistema complejo definido a partir de la interacción entre componentes heterogéneos que se ubican en dominios conceptuales de distintas disciplinas, es necesario incluir un enfoque holístico y una investigación interdisciplinaria que confronte el carácter compartimentado de las disciplinas como unidades de comprensión (Gianuzzo, 2010)

El “equipo interdisciplinar” es un grupo de dos o más personas expertas en diferentes campos del conocimiento que son organizadas para solucionar un problema común a través de la comunicación colectiva continua, lo que marca la diferencia con el equipo multidisciplinario que carece de alguna interacción específica (Dorney y Dorney, 1989), La importancia en la constitución de un grupo con estas características y que se encuentre bajo la supervisión de un coordinador, se representa en la integración de esfuerzos en pos de un objetivo común, que en este caso es la evaluación acertada del impacto ambiental (Reinoso, 2014), Así mismo, esta organización puede reducir la incertidumbre en los resultados de los EsIA pues se tiene una visión multidisciplinar del proyecto y sus impactos ambientales (Martínez, 2011).

Bajo esta premisa, se incluyó la interdisciplinariedad en la metodología teniendo en cuenta la relación entre el número de profesionales que constituyen el equipo evaluador y las especialidades a cubrir en la evaluación. Como se mencionó previamente, la evaluación ambiental se debe realizar tomando en consideración todos los componentes del medio y para su respectiva caracterización y posterior evaluación es necesario contar con expertos en las disciplinas asociadas a cada factor de análisis.

Canter (1997), señala que el número de miembros de un estudio interdisciplinar puede variar, dependiendo del tamaño y complejidad del estudio, entre 2 a 10 individuos. Martínez (2011), determina que los EsIA presentados a la ANLA son elaborados por un equipo de 16 profesionales en promedio, siendo este un aspecto que puede contribuir a la reducción de la incertidumbre de los resultados. El indicador propuesto, parte de la relación entre los componentes ambientales, las especialidades asociadas y la magnitud de la obra o proyecto. Al tomar como referencia las recomendaciones de la ANLA, se establece que un grupo interdisciplinario óptimo para la evaluación de impactos ambientales debe tener mínimo 6 profesionales y cada uno debe representar un campo de estudio bajo el cual se realice la evaluación ambiental (Tabla 5-11).

Tabla 5-11. Valores de referencia para calificar la interdisciplinariedad de la metodología

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
NPEE	Número de profesionales de diferentes especialidades que constituyen el equipo evaluador.	Cantidad de profesionales menor o igual a 4	0
		Entre 5 y 6 profesionales	0,5
		Más de 6 profesionales	1

Fuente: Elaboración propia.

Aunque el equipo evaluador puede contar con profesionales que poseen varios pregrados y posgrados, que le permitan tomar a cargo el análisis de diferentes componentes ambientales, es recomendable que cada especialidad sea cubierta por al menos un profesional. De este modo se asegura que una sola persona no tome a su cargo la evaluación de todos los componentes del estudio siendo necesaria la inclusión de un punto de vista desde varias disciplinas.

Esta variable tiene una ponderación de $\rho=0,35$, por lo tanto se establece que su resultado se encuentra entre 0 y 0,35

5.4.4.2. Experticia (γ_{Ex})

La experticia representa la coherencia entre la formación de los profesionales que constituyen el equipo de trabajo y el componente que analizan. Cada especialista debe reconocer las capacidades que tiene para desarrollar una labor y en la medida que ha sido formado reconoce las áreas en las que puede emitir un concepto especializado. El hecho que desempeñe una función que no es acorde a la formación recibida representa un factor de incertidumbre pues los juicios que se pueden emitir carecen de confiabilidad debido al desconocimiento de la especialidad correspondiente.

En este sentido, se establecen dos indicadores (Tabla 5-12): i) RECA, representa la relación entre los componentes ambientales y las disciplinas que representan los profesionales del equipo (Tabla 5-13) y ii) NFE, el nivel de formación de los profesionales, pues este puede dar cuenta de la solidez de los conceptos que se pueden emitir.

Tabla 5-12. Valores de referencia para calificar la experticia de los profesionales que desarrollan la metodología

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
RECA	Relación entre las especialidades o formación de los evaluadores y el componente de análisis.	Una o más especialidades o formación no corresponden con el componente de estudio	0
		Todas las especialidades o formación son coherentes con el componente de estudio	1
NFE	Nivel de formación de los evaluadores	Los evaluadores no poseen títulos de posgrado, formación complementaria, o experiencia mínima de 3 años relacionada con la especialidad que representan	0
		El 50% de los evaluadores poseen títulos de posgrado, formación complementaria, o experiencia mínima de 3 años relacionada con la especialidad que representan	0,5
		Más del 50% de los evaluadores poseen títulos de posgrado, formación complementaria, o experiencia mínima de 3 años, relacionada con la especialidad que representan	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-13. Relación entre los componentes ambientales y los profesionales que pueden constituir el equipo de trabajo.

Medio	Recurso	Componente ambiental	Especialista
Físico	Suelo	Geología	Geólogo
		Geomorfología	Geógrafo Ingeniero catastral
		Suelos	Geólogo Ingeniero civil Ingeniero agrónomo
	Agua	Oceanografía	Biólogo marino
		Hidrología	Ingeniero civil Ingeniero ambiental
		Calidad del agua	Ingeniero ambiental Ingeniero químico
		Uso del agua	Ingeniero ambiental Ingeniero químico
		Hidrogeografía	Ingeniero civil
	Aire	Atmósfera	Ingeniero ambiental Ingeniero químico Ingeniero mecánico
	Paisaje	Geotecnia	Ingeniero civil Ingeniero catastral
		Paisaje	Arquitecto Ingeniero ambiental Biólogo
Biótico	Flora	Flora	Biólogo Ingeniero forestal
	Fauna	Fauna	Biólogo Zoólogo
Socioeconómico	Social	Dimensión demográfica	Sociólogo Trabajador social
		Dimensión espacial	
		Dimensión económica	
		Dimensión cultural	
	Arqueológico	Aspectos arqueológicos	Arqueólogo
	Político	Dimensión político administrativa	Politólogo Sociólogo
		Tendencias de desarrollo	Trabajador social
Sistema	Evaluación económica de los servicios ecosistémicos	Economista	

Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Mundial (1991)

El valor de la experticia se calcula a partir de la multiplicación de la calificación de estos indicadores (Ecuación 5)

Ecuación 5: Cálculo de la experticia de los profesionales que desarrollan la metodología

$$\gamma Ex = RECA \times NFE$$

Donde:

γEx = Experticia; **RECA**= Calificación del indicador “Relación entre las especialidades o formación de los evaluadores y el componente de análisis”; **NFE**= Calificación del indicador “Nivel de formación de los evaluadores”.

Esta variable tiene una ponderación superior a las otras que integran el VPO ($\gamma = 0,4$), de este modo el valor final se encuentra en un rango entre 0 y 0,4.

5.4.4.3. Participación (σPa)

La participación representa la inclusión de las partes interesadas en la evaluación de impactos. En este proceso, el poder está dividido entre los diferentes actores: La autoridad, la comunidad y los proponentes (Sánchez, 2012). Se puede considerar que la parte proponente está representada por el equipo evaluador que se constituyó para la elaboración del EsIA. A su vez, la autoridad emite un concepto sobre dicho documento, por lo tanto se requiere del concepto de la comunidad para involucrar a todos los actores de este proceso.

Varios autores señalan la importancia de la participación pública en todas las etapas de la EIA (Sadler, 1996; Canter, 1997; Wood, 2003). La función de la participación en la EIA es legitimar el proceso y controlar la opinión pública sobre el proyecto, evitando que se genere desconfianza y nuevas disputas entre las partes (Tripp y Alley, 2003), lo que permite el consenso en los conflictos y la prevención (Wilkins, 2003).

Los términos de referencia para la presentación de los estudios mencionados, requieren de la participación comunitaria pues se le exige a los proponentes que se comunique a los actores involucrados todas las acciones a desarrollar en el marco del estudio ambiental, sin embargo, estos no se involucran en la evaluación de impactos. Sánchez (2012), reconoce que una de las fortalezas del proceso de participación ciudadana en

Colombia es la interiorización en el inconsciente colectivo de su derecho a participar. Sin embargo esta participación se ejerce de manera reactiva y no proactiva. Se enfoca en la aprobación, más que la construcción colectiva. Incluso en los casos que requieren consulta previa, la participación no alcanza a ser proactiva, pues se presenta a la comunidad un estudio de impacto ambiental ya elaborado.

Con el fin de señalar la importancia de la participación proactiva, se plantea un indicador que toma como referencia la inclusión del concepto otorgado por la comunidad sobre la significancia de los impactos que se pueden presentar al ejecutar una obra o actividad que se desarrollaría en su área de influencia (Tabla 5-14)

Tabla 5-14. Valores de referencia para la calificar la participación de la comunidad en la implementación de la metodología.

Abreviatura	Indicador	Valores de referencia	Escala de calificación
PCE	Participación de la comunidad en la evaluación de impactos.	No hay algún grado de vinculación de la evaluación de impactos respecto a las sugerencias u observaciones de la comunidad.	0
		Hay un grado de vinculación de la evaluación de impactos respecto a las sugerencias u observaciones de la comunidad.	1

Fuente: Elaboración propia.

Esta variable tiene una ponderación de $\sigma=0,25$, por lo tanto se establece que su resultado se encuentra entre 0 y 0,25.

5.5. Modelo de efectividad para las metodologías empleadas en la evaluación de impacto ambiental

Una vez se establece el índice de efectividad, se concluye que una metodología con un alto grado de efectividad debe seguir los siguientes lineamientos:

1. Incluir métodos cualitativos y cuantitativos con parámetros de evaluación definidos previamente.

6. Análisis de la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales en Colombia

En este capítulo se presentan los resultados de la evaluación realizada a las metodologías empleadas para evaluar los impactos ambientales en Colombia, para este ejercicio se tomó como herramienta de análisis el IEM, presentado en el capítulo anterior.

Durante el periodo 2012-2014 se otorgaron 285 licencias ambientales, las cuales requieren de la presentación de EsIA. Los proyectos asociados a la importación o transporte de sustancias químicas empleadas como agroquímicos, plaguicidas, o aquellas de uso veterinario, fueron excluidos del estudio pues presentan análisis de riesgos que no hacen uso de metodologías de evaluación de impactos, por lo tanto se establece una muestra de 168 EsIA. Una vez se verifica que la autoridad suministró la información de cada estudio en su totalidad, se determina que tan solo 131 estudios cumplen con este perfil, lo que representa el 46% de los presentados en ese periodo.

El cálculo de la efectividad de la metodología se realiza tomando en cuenta la información presentada en los EsIA, pues este debe explicar detalladamente como se evalúa el impacto ambiental, la información que se usa para tomar la decisión final y la forma en la que se constituye el equipo evaluador. A continuación se presenta el análisis del comportamiento de los parámetros estructurales y operativos de cada metodología y su relación con el cálculo de la efectividad.

6.1. Análisis de los parámetros estructurales (α VPE)

Como se mencionó previamente, los parámetros estructurales evalúan las características de la metodología. Al analizar el comportamiento de este tipo de parámetros, es posible determinar cómo se plantean identificando sus fortalezas y debilidades.

6.1.1. Objetividad de las metodologías analizadas

La objetividad de la metodología está relacionada con el uso simultáneo de métodos de evaluación cuantitativa y cualitativa y la inclusión de indicadores o parámetros justificados para la evaluación del impacto.

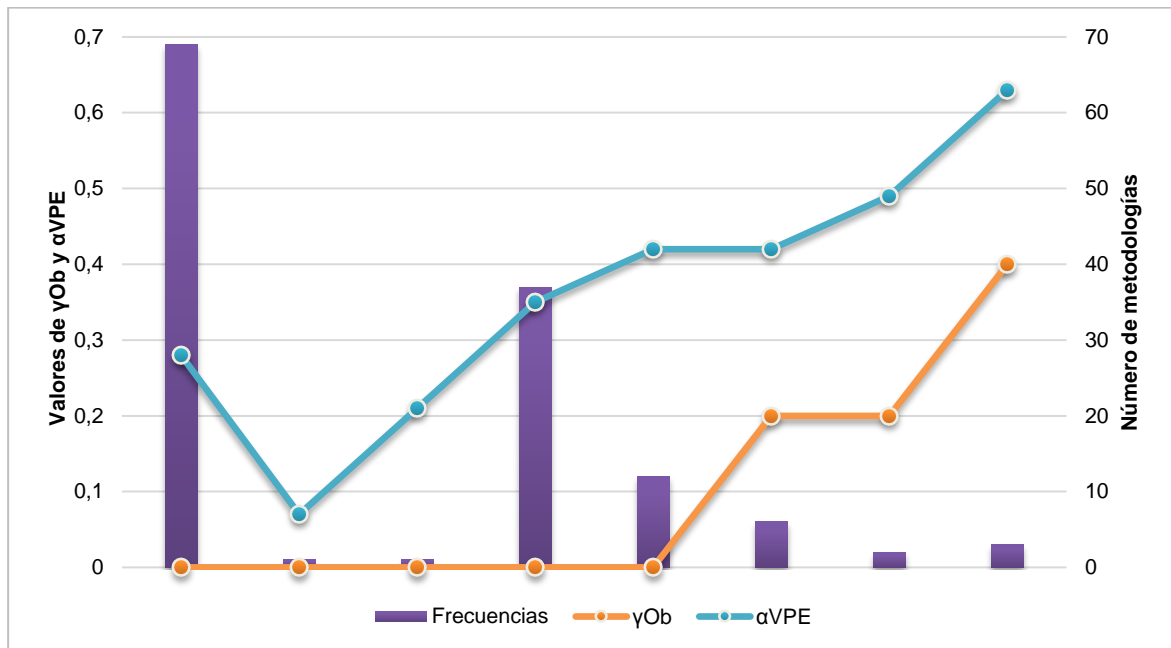
El 91, 60% de las metodologías analizadas presentaron valores mínimos (0) en el cálculo de la objetividad. Esto implica que solo se emplea un método de evaluación y aunque se justifica la calificación final del impacto o el valor de los atributos empleados, no se hace uso de parámetros preestablecidos, por lo que la evaluación se hace bajo el criterio de los evaluadores.

El 6,11% de las metodologías también hace uso de un tipo de metodología (cualitativa o cuantitativa), pero a diferencia del grupo anterior, justifica las categorías para calificar la magnitud del impacto y establece rangos de valoración dependiendo del componente ambiental, por lo tanto presentan valores medios (0,5). Los EsIA de los proyectos con números de expediente LAM 5798 y LAM5558, usan valores previamente establecidos (vulnerabilidad) relacionados con la implementación de la metodología cualitativa modificada (Toro, 2009).

El 2,29% de las metodologías obtuvo la mayor calificación en cuanto a su objetividad pues emplearon dos tipos de metodologías: metodología cualitativa de Conesa (1995) y metodología para la evaluación económica del daño ambiental (cuantitativa), utilizada por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC) de Costa Rica (Barrantes, 2011). Adicional a esto, la evaluación de impactos se hace con base en indicadores a los que se les asignaron valores según su importancia. Cada indicador está relacionado con un impacto por recurso. Los EsIA que presentan estas características corresponden a los proyectos con número de expediente LAM 5578, LAV0068-13 y LAV0002-13.

La tendencia en los valores de este parámetro con respecto al cálculo final de α VPE se presenta en la Gráfica 6-1.

Gráfica 6-1. Valores de γ_{Ob} en función de αVPE



Aunque la mayoría de las metodologías presentaron valores de 0 para calificar este parámetro, la gráfica muestra la relación entre los valores más altos de γ_{Ob} y αVPE , esto se debe a que la ponderación asignada (0,4) es la mayor en el grupo de los parámetros estructurales.

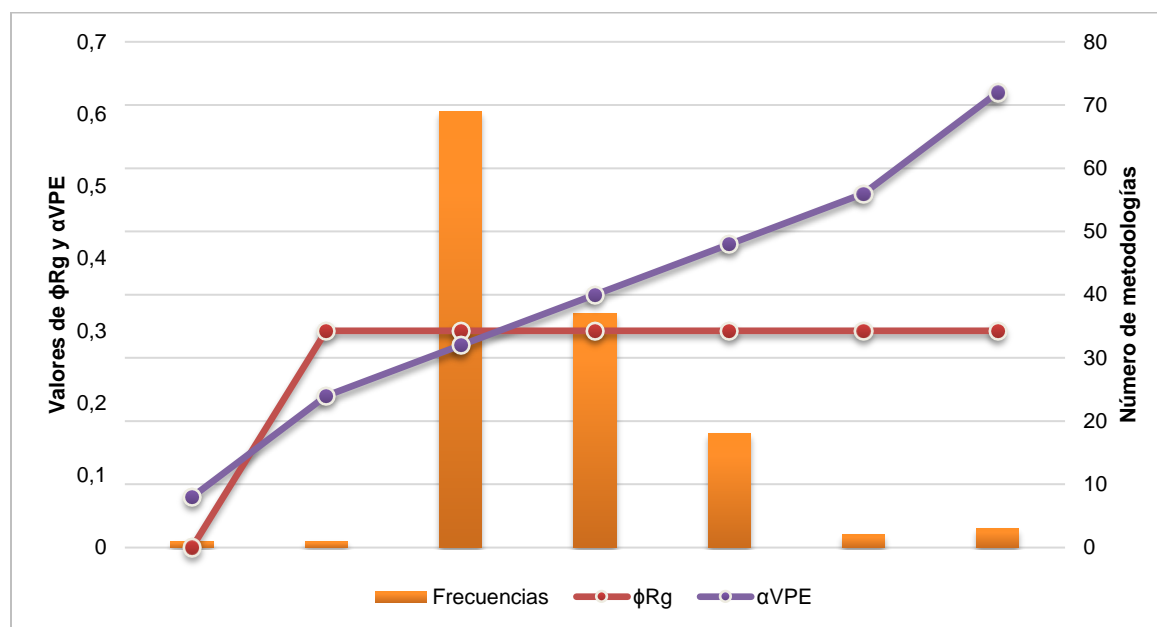
6.1.2. Rigurosidad de las metodologías analizadas

La rigurosidad de la metodología depende del uso de protocolos técnico-científicos requeridos por la autoridad ambiental y la idoneidad de estas, relacionadas con su soporte académico.

El uso de técnicas y protocolos requeridos por la autoridad es evidente en las metodologías analizadas, pues el 99,24% de estas cumplen con esta condición. El porcentaje restante se representa en una metodología asociada al proyecto con número de expediente 5499, pues aunque las técnicas empleadas se ajustan a lo requerido por la autoridad, el diagnóstico de la zona no tiene ningún soporte académico. De este modo se le asigna la calificación mínima.

Pese a que la rigurosidad tiene la segunda mayor ponderación en este grupo de parámetros (0,3), se observa que la mayor calificación asignada se relaciona con valores de α VPE entre 0,2 y 0,64 (Gráfica 6-2). Sin embargo, una mínima calificación señala que el valor de α VPE no es superior a 0,1.

Gráfica 6-2. Valores de ϕ Rg en función de α VPE



6.1.3. Pertinencia de las metodologías analizadas

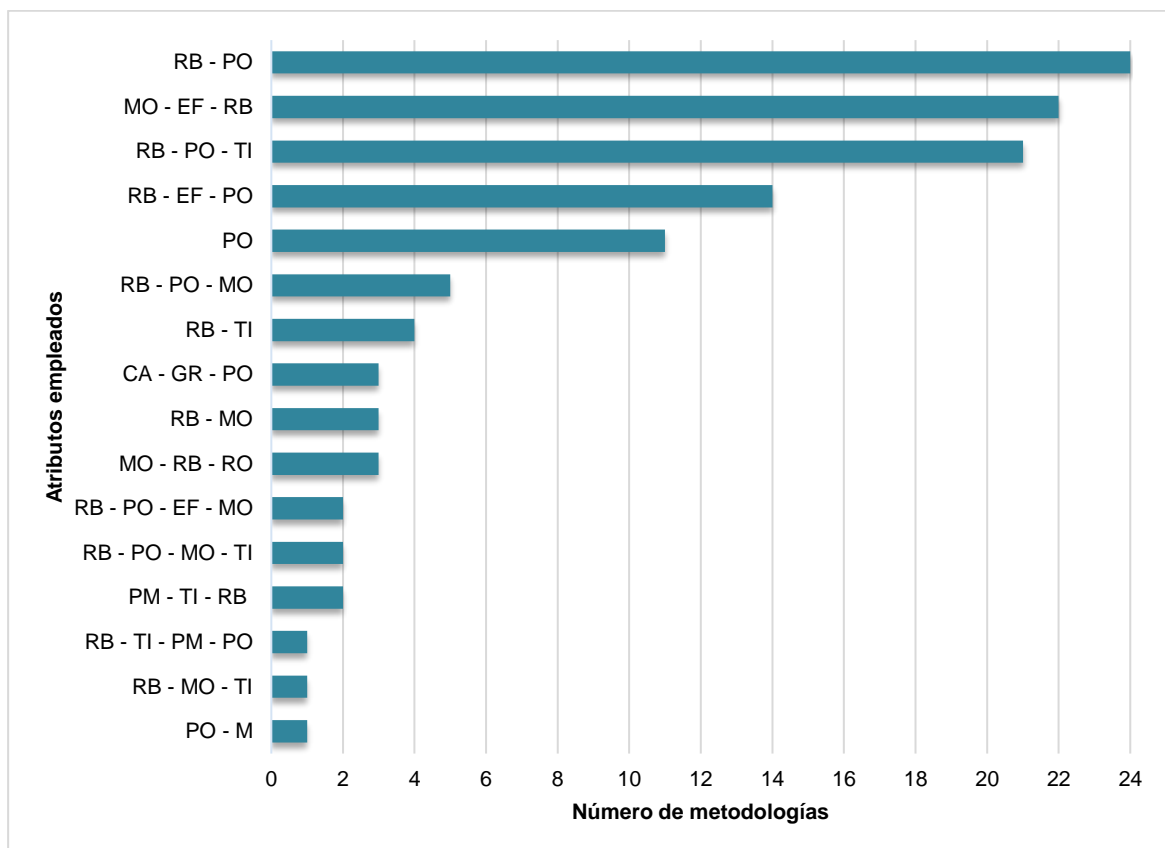
Los atributos empleados en la evaluación de impactos determinan la pertinencia de la metodología. El uso de atributos como el “momento”, “efecto”, la “recuperabilidad” y la “probabilidad de ocurrencia” evitan que el impacto se evalúe correctamente tal como se explicó en el capítulo anterior.

El 9,16% de las metodologías analizadas obtuvo la mayor calificación de este parámetro (1), pues la estructura del método empleado no incluye el uso de atributos o hace uso de atributos que representan un aporte significativo para la evaluación del impacto. Tal es el caso de la metodología de EPM o la metodología de Leopold. Aunque la metodología de Conesa originalmente incluye tres de los cuatro atributos que se sugiere suprimir de la evaluación, esta fue modificada de tal forma que se eliminaron los atributos mencionados previamente, tal es el caso del EsIA asociado al proyecto con expediente 76-13.

Al revisar los atributos empleados para calificar los impactos ambientales, se comprobó que constantemente se puede modificar el nombre bajo el cual se usan. Tal es el caso del atributo Efecto (EF), el cual es reconocido como tipo (TP, TI), causalidad (CA) o relación causa-efecto. El atributo Momento (MO) también es denominado como plazo de manifestación (PM). El atributo Recuperabilidad (RB) es conocido también como mitigabilidad (M) o grado de recuperación (GR) y la probabilidad de ocurrencia (PO) es entendida como el riesgo de ocurrencia (RO).

El 32,82% de las metodologías emplearon dos de los atributos irrelevantes y el 58, 02% utilizaron tres o cuatro de estos atributos, por lo tanto se les asigna la menor calificación de este parámetro. En la Gráfica 6-3 se relacionan el número y los atributos utilizados.

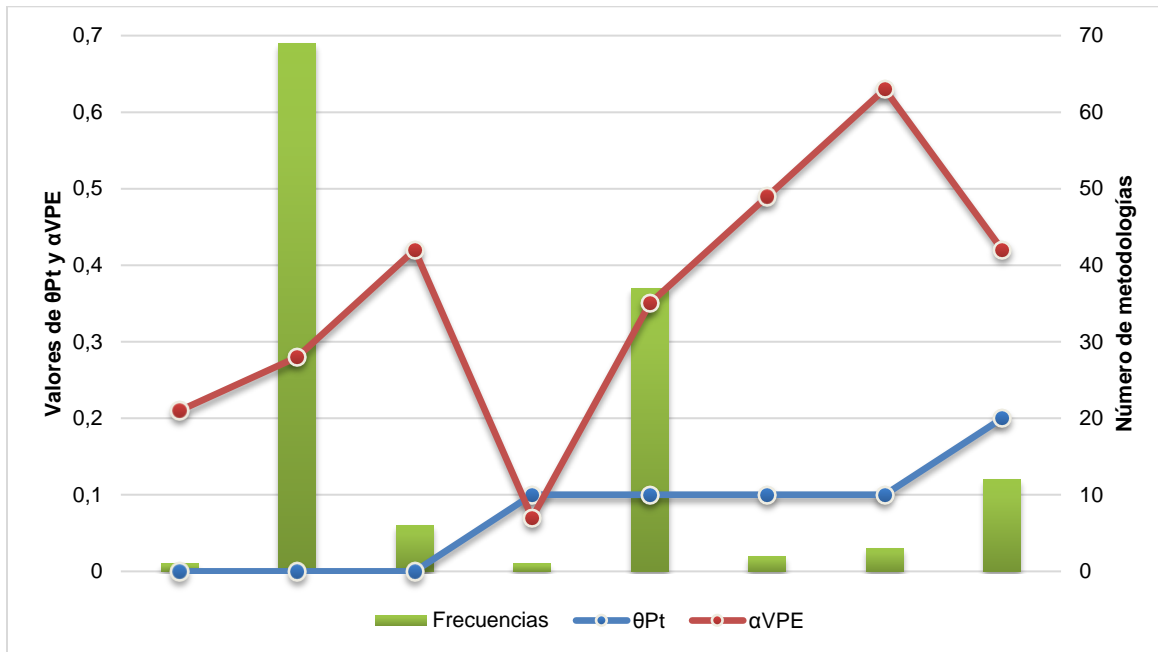
Gráfica 6-3. Atributos irrelevantes usados en la evaluación de impactos ambientales.



En la Gráfica 6-4, se observa que α VPE puede obtener valores con una distribución amplia en presencia de un valor medio (0,1) de la pertinencia. Ante valores mínimos (0),

se pueden obtener resultados entre 0,21 y 0,42. Sin embargo, el α VPE de una de las metodologías analizadas (expediente 5499) tuvo valores inferiores a 0,1 pues los demás parámetros de análisis tuvieron valores de 0.

Gráfica 6-4. Valores de θ Pt en función de α VPE



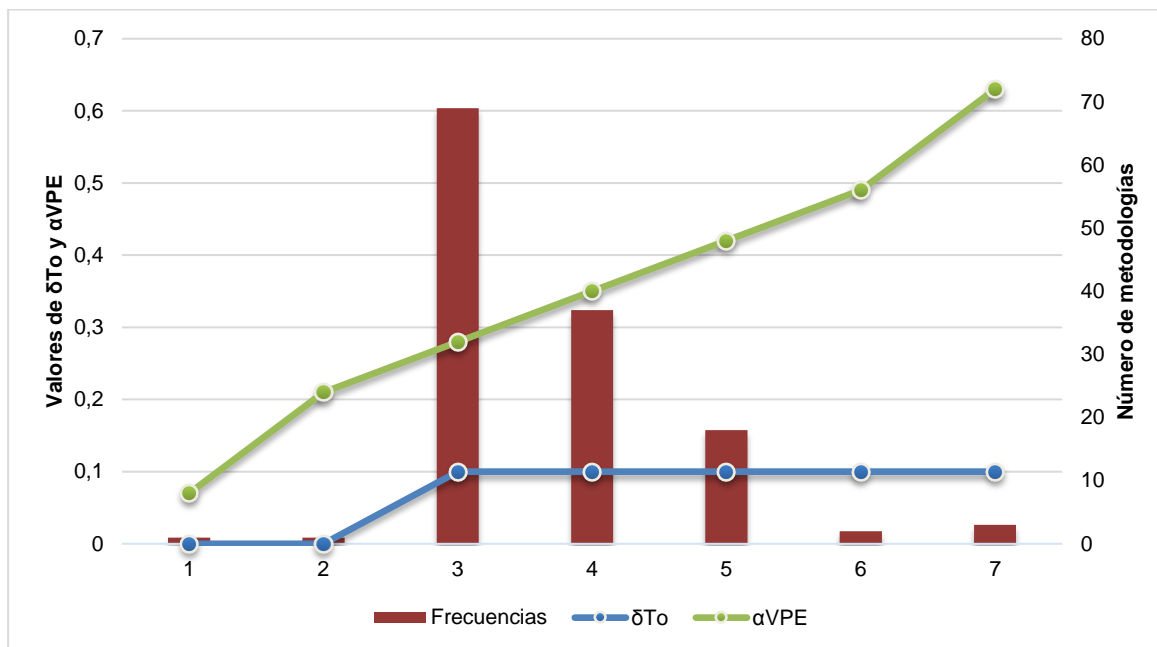
6.1.4. Totalidad de las metodologías analizadas

Este parámetro hace referencia a la inclusión en la evaluación de impactos de todos los componentes o factores ambientales que pueden ser afectados por la ejecución de obras o actividades.

La mayoría de las metodologías evaluadas (98,47%) incluyen todos los componentes ambientales en la evaluación ambiental. Sin embargo, dos de las metodologías no cumplieron con este requisito. El EsIA del proyecto con expediente 5121, no presenta la evaluación de los impactos relacionados con el componente atmosférico (calidad de aire y ruido), pues no aparece registro en la matriz de evaluación de impactos. En el EsIA del proyecto con expediente 5499, no se incluye la caracterización del componente biótico (fauna y flora) del área de influencia directa, por lo tanto no hay un referente para evaluar los posibles impactos.

En la Gráfica 6-5 se observa que los valores máximos de este parámetro (0,1) están relacionados con valores del α VPE con un rango entre 0,28 y 0,63. Los valores mínimos (0) de la totalidad generan valores en el α VPE entre 0,07 y 0,21.

Gráfica 6-5. Valores de δ To en función de α VPE

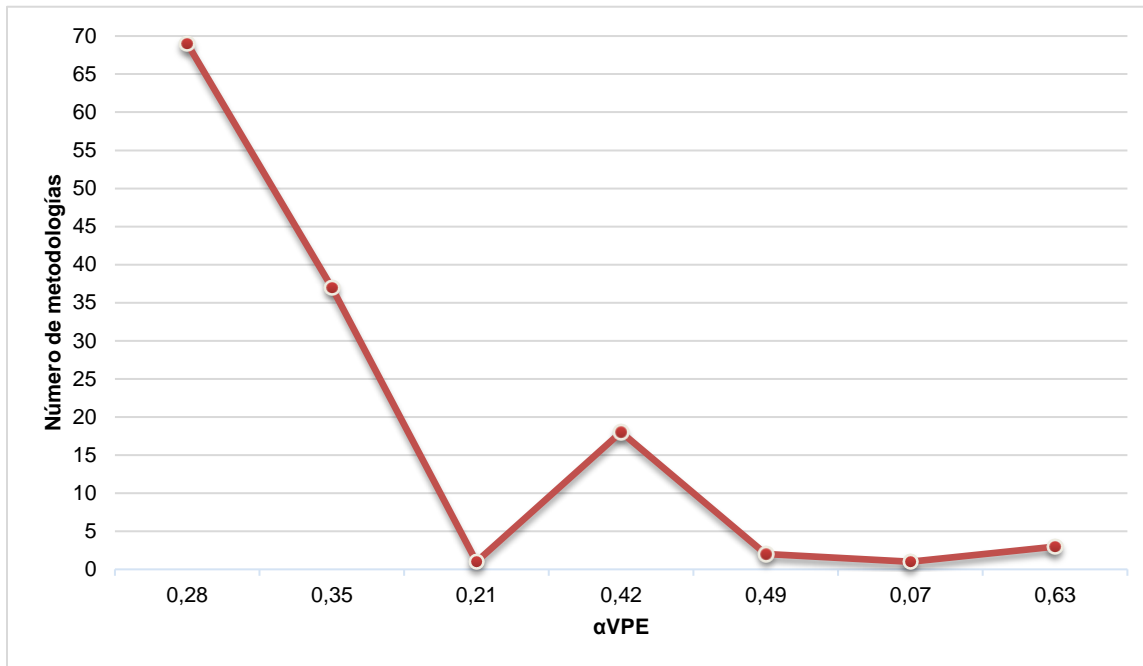


A partir de los resultados obtenidos, se puede observar que en parámetros como la pertinencia y la objetividad, la distribución de los valores asignados incluye valores medios, a diferencia de la rigurosidad y la totalidad en donde se asignaron valores máximos o mínimos únicamente. Los resultados de la calificación de los parámetros estructurales (VPE), se relaciona en la Tabla 6-1

Tabla 6-1. Calificación de los parámetros que constituyen el VPE

Ob	% de Met.	Rg	% de Met.	Pt	% de Met.	To	% de Met.
0	91,60	0	0,76	0	58,02	0	1,53
0,5	6,11	0,5	0,00	0,5	32,82	1	98,47
1	2,29	1	99,24	1	9,16		

Como se mencionó previamente, VPE puede presentar valores entre 0 y 1 (α VPE = 0 - 0.7). En las metodologías analizadas, los resultados del VPE se ubicaron en un rango entre 0,1 y 0,9; lo que corresponde a un rango de 0,21 a 0,63 del α VPE (Gráfica 6-6).

Gráfica 6-6. Resultado del cálculo del α VPE en las metodologías analizadas

6.2. Análisis de los parámetros operativos (β VPO)

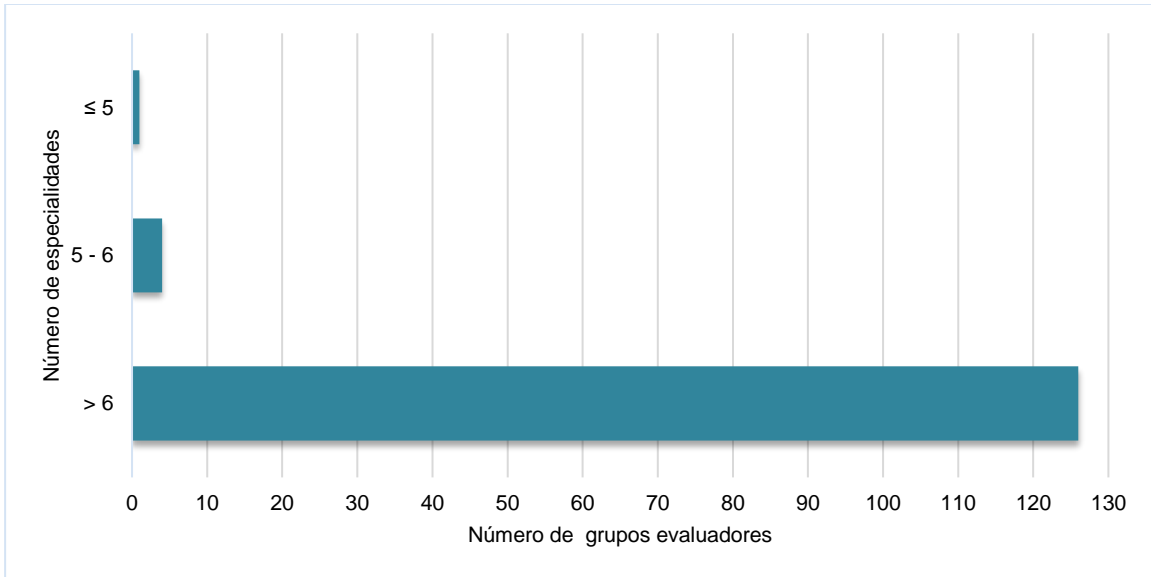
Los parámetros operativos representan la forma en la que se implementó la metodología. Al analizar estos parámetros se puede detallar como se constituye el equipo evaluador y definir si la comunidad es tomada en cuenta al evaluar los impactos ambientales.

6.2.1. Interdisciplinariedad del equipo evaluador

La evaluación de la interdisciplinariedad de la metodología se representa en el número de profesionales con diferentes especialidades que constituyen el equipo evaluador. Una máxima calificación en este parámetro está relacionada con la constitución de equipos de trabajo con más de seis profesionales.

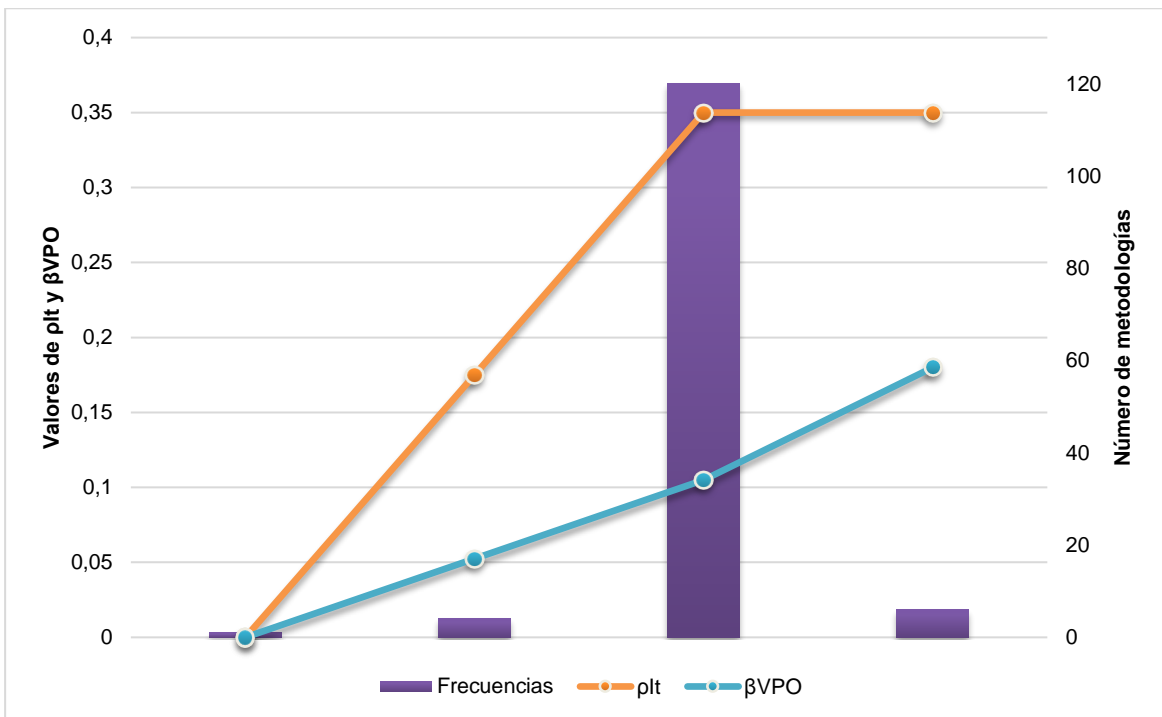
Aunque los equipos evaluadores que hacen parte de la muestra, incluyen desde 3 hasta 30 profesionales, se toma en consideración que estos representen diferentes especialidades para que la evaluación del impacto se realice a partir de varios enfoques. El 96,18% de los grupos evaluadores integran más de seis profesionales, 3,05% incluyen cinco o seis especialistas y el 0,76% tres profesionales con el perfil señalado (Gráfica 6-7).

Gráfica 6-7. Numero de especialidades en los grupos evaluadores.



El comportamiento de los valores de la interdisciplinariedad demuestra que los valores máximos (0,35) de este parámetro generan resultados del β VPO con un rango entre 0,05 y 0,18. La mínima calificación de este parámetro está relacionada con los menores valores del β VPO (Gráfica 6-8).

Gráfica 6-8. Valores de plt en función de β VPO



6.2.2. Experticia de los evaluadores.

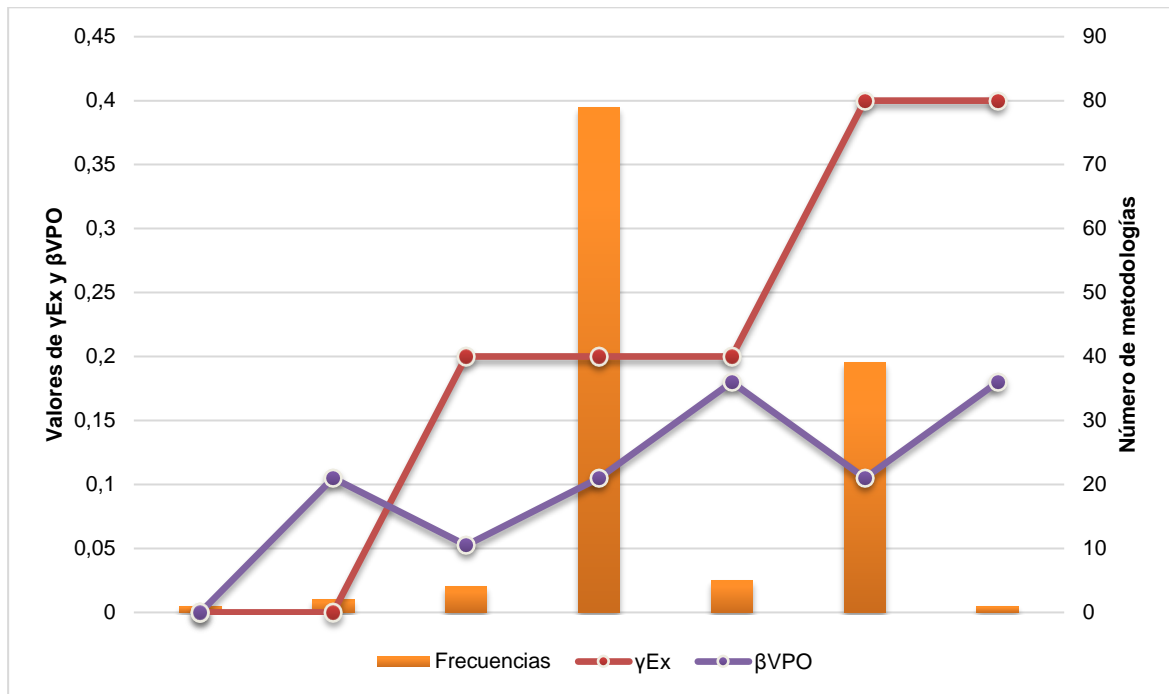
La experticia determina que los evaluadores cuentan con las capacidades y la experiencia suficiente para realizar una evaluación rigurosa y confiable. Se analiza teniendo en cuenta dos factores:

- i) La relación entre la formación de los evaluadores y el factor ambiental a analizar: la mayoría de los profesionales que participan en el EsIA tienen a cargo el análisis de componentes afines a su formación, sin embargo en tres estudios se observan irregularidades, como en el EsIA asociado al proyecto con expediente 5060, en el que no se reporta la participación de biólogos, ni se determina quién es responsable de la caracterización y evaluación del componente biótico. En el estudio asociado al proyecto 5281, se le adjudica la responsabilidad de la valoración socioeconómica a profesionales en ingeniería civil sin formación complementaria y en el estudio relacionado con el proyecto 5499, una profesional en ingeniería ambiental es la encargada de la caracterización de toda la línea base (incluyendo componente biótico, físico y socioeconómico) y la evaluación del componente físico.
- ii) El nivel de formación y la experiencia de los evaluadores: en el 70% de los grupos evaluadores, por lo menos el 50% de los profesionales cuenta con formación complementaria o experiencia de más de tres años en la elaboración de EsIA. En el 30% restante más del 50% cumple con esta condición.

Los mayores valores en la calificación de la experticia generan resultados del β VPO entre 0,1 y 0,3, la menor calificación de este parámetro se relaciona claramente con el menor valor que puede presentar el β VPO (

Gráfica 6-9).

Gráfica 6-9. Valores de γ_{Ex} en función de β_{VPO}



6.2.3. Participación de la comunidad en la evaluación de impactos ambientales.

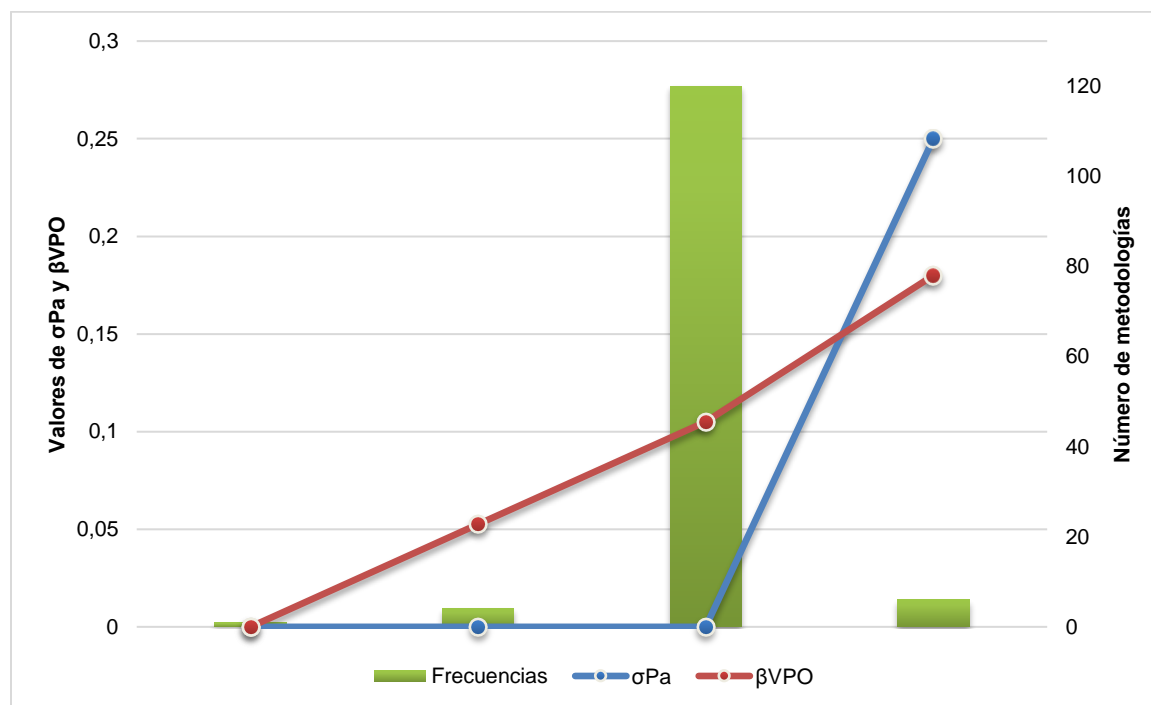
Como se mencionó en el capítulo anterior, la participación de la comunidad se incluyó como un parámetro operativo pues la intervención de los demás actores interesados,

como la autoridad ambiental y el solicitante de la licencia ambiental está implícita en el proceso de la EIA

La evidencia de la participación vinculante en la evaluación de impactos es la inclusión de la evaluación hecha por la comunidad en los resultados finales del estudio. Al revisar los EsIA de la muestra se evidenció que solo el 4,58%, incluyen el concepto de la comunidad sobre la evaluación, detallando cual es la calificación otorgada para evaluar cada impacto y las posibles medidas de manejo de estos. El 95,42% de las metodologías analizadas no toman en consideración la opinión de la comunidad frente a los impactos que se pueden presentar por la obra o actividad. Aunque en varios estudios se recogieron las opiniones de algunos miembros de la comunidad sobre posibles impactos, estas fueron consideradas para elaborar los Planes de Manejo Ambiental (PMA), más no para realizar la evaluación de impactos.

Frente a los menores valores (0) de este parámetro operativo, se presentan resultados en el β VPO con un rango entre 0 y 0,05. Los valores máximos de la participación están relacionados con β VPO de 0,1 y 0,18 (Gráfica 6-10).

Gráfica 6-10. Valores de σ Pa en función de β VPO

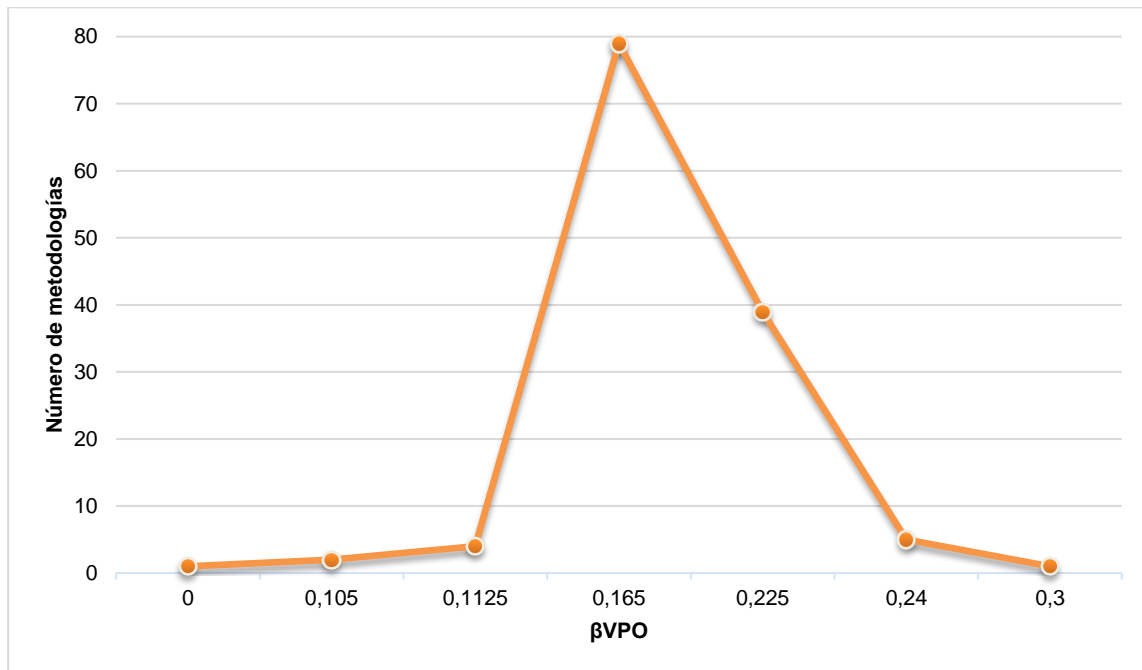


Los resultados de la calificación de los parámetros operativos (VPO), se relacionan en la Tabla 6-2. Como se mencionó previamente, VPO puede presentar valores entre 0 y 1. En las metodologías analizadas los resultados del β VPO se encuentran en un rango entre 0 y 0,3 (Gráfica 6-11).

Tabla 6-2. Calificación de los parámetros que constituyen el VPO

It	% de Met.	Ex	% de Met.	Pa	% de Met.
0	0,76	0	2,29	0	95,42
0,5	3,05	0,5	67,18	1	4,58
1	96,18	1	30,53		

Gráfica 6-11. Resultado del cálculo del β VPO en las metodologías analizadas



6.3. Efectividad de las metodologías analizadas.

A partir del cálculo del IEM, se establece que el 66,41% de las metodologías de evaluación de impactos empleadas en los EsIA asociados a las licencias ambientales otorgadas durante el periodo 2012-2014, tienen un grado de efectividad medio. Aunque integran algunos elementos que permiten evaluar correctamente el impacto, presentan falencias (tanto en su estructura como en su implementación) que generan resultados erróneos, por lo tanto tienen pocas posibilidades de coincidir con la verdadera significancia de los impactos.

El 29,7% de las metodologías analizadas tienen baja efectividad. A diferencia de las que poseen una efectividad media, excluyen más elementos que le dan solidez a la evaluación. Aunque evalúan en su totalidad los componentes ambientales y utilizan técnicas replicables para analizarlos, presentan fallas en la implementación y el planteamiento de la metodología de evaluación.

Se determinó que solo una metodología presentó un alto grado de efectividad (Expediente 5578), así mismo el grado más bajo de efectividad también se encontró en solo una metodología (Expediente 5499), lo que corresponde al 0,76% respectivamente. En la Tabla 6-3 y Tabla 6-4 se relacionan las características de cada una de estas metodologías señalando la calificación de los parámetros (C.P.), el valor del parámetro ponderado (P.P.) y la calificación final del IEM.

En la Gráfica 6-12, se presenta el número de metodologías analizadas de acuerdo con el grado de efectividad calculado. Así mismo se presenta la distribución de los valores de $(\alpha VPE - FI)$ y βVPO en función del resultado del IEM (Gráfica 6-13). Se puede observar que los valores de $(\alpha VPE - FI)$ presentan una relación directamente proporcional con el IEM, debido a la alta ponderación que se le asignó (0,65). Al compáralo con los valores de βVPO , se debe señalar que este último elemento tiene una ponderación máxima de 0,3 y aunque una de las metodologías analizadas alcance esta máxima calificación para evaluar su implementación, no garantiza que tenga un grado de efectividad alto pues las fallas que se presentan a nivel estructural disminuyen la calificación final del IEM.

Tabla 6-3. Características de la metodología con mayor grado de efectividad.

Parámetro	C. P.	P. P.	Características de la metodología
Objetividad	1	0,4	La evaluación de impactos se hace con base en indicadores a los que se les asignaron valores de importancia. Cada indicador está relacionado con un impacto por componente ambiental. Se emplearon metodologías: 1) metodología cualitativa de Conesa y metodología para la evaluación económica del daño ambiental”, utilizada por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC) de Costa Rica.
Rigurosidad	1	0,3	Se utilizan técnicas y procedimientos avalados por la comunidad científica y soportada por publicaciones académicas.
Pertinencia	0,5	0,1	Incluye dos atributos irrelevantes en la evaluación de impactos: recuperabilidad y tipo (efecto)

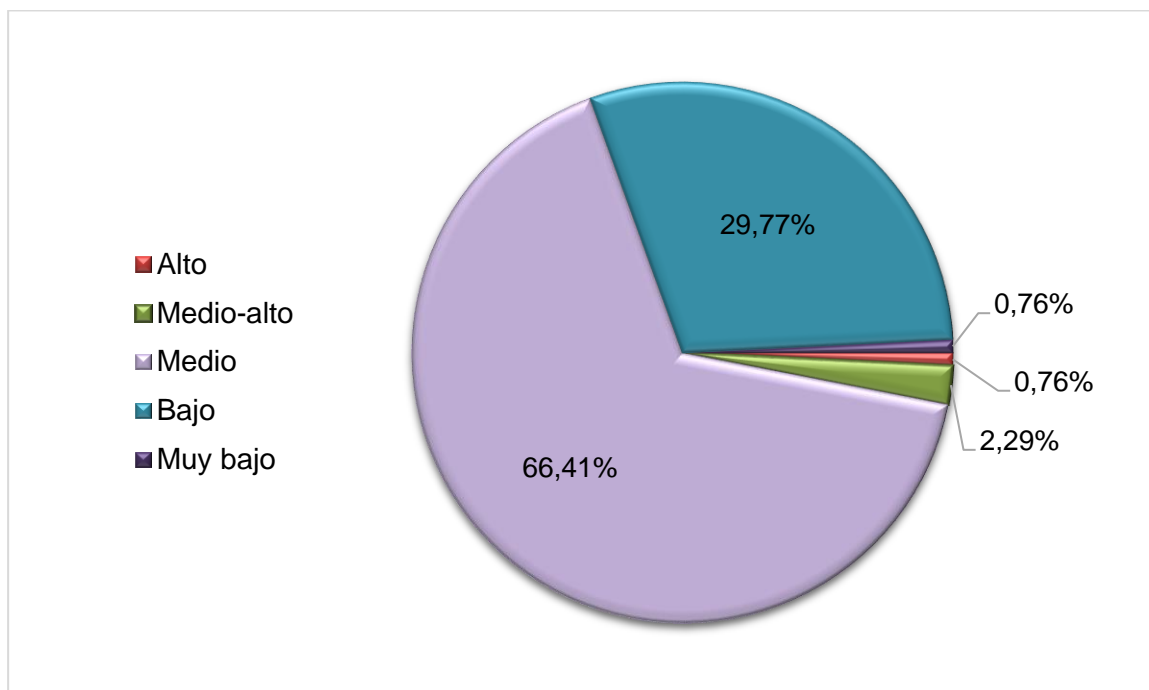
Totalidad	1	0,1	Se evalúan todos los componentes ambientales susceptibles a ser afectados por la obra o actividad a desarrollar.	
Interdisciplinariedad	1	0,35	El equipo evaluador está integrado por más de seis profesionales con diferentes especialidades.	
Experticia	0,5	0,2	El 50% de los profesionales que componen el equipo evaluador cuentan con estudios complementarios y tres o más años de experiencia en la participación de EsIA.	
Participación	1	0,25	Se incluye en la evaluación de impactos la opinión de la comunidad sobre la significancia de los impactos identificados.	
VPE	0,9		VPO	0,8
αVPE	0,63		βVPO	0,24
IEM = [(αVPE.- FI) +βVPO]			82%	

Tabla 6-4. Características de la metodología con menor grado de efectividad.

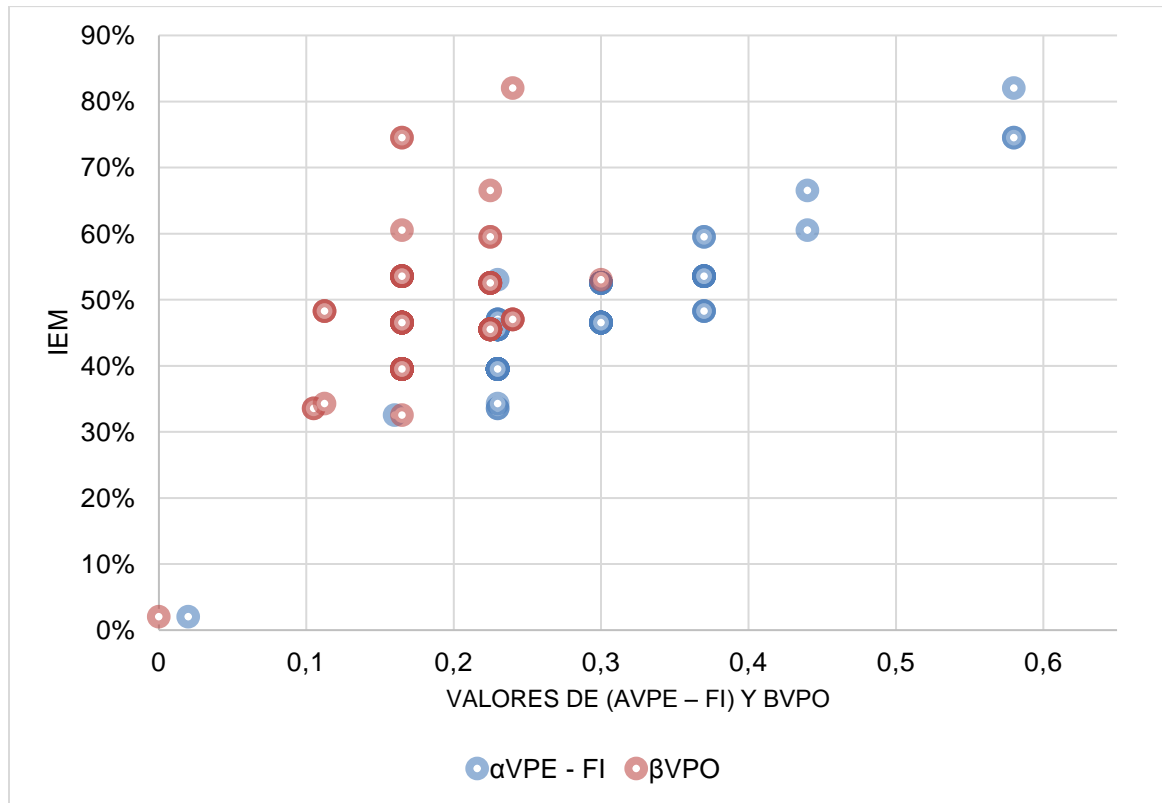
Parámetro	C. P.	P. P.	Características de la metodología
Objetividad	0	0	Para evaluar la significancia de los impactos se empleó la metodología cualitativa de Conesa. No se planteó ningún parámetro o indicador para justificar las decisiones del evaluador.
Rigurosidad	0	0	Las técnicas empleadas se ajustan a lo requerido por la autoridad pero el diagnóstico de la zona no tiene ningún soporte académico.
Pertinencia	0,5	0,1	Incluye dos atributos irrelevantes en la evaluación de impactos: recuperabilidad y probabilidad de ocurrencia.
Totalidad	0	0	No se relaciona la caracterización del componente biótico, por lo tanto no hay un referente para realizar la evaluación de impactos relacionados con

			los factores ambientales asociados.
Interdisciplinariedad	0	0	El equipo evaluador está integrado solo por tres profesionales.
Experticia	0	0	Solo una profesional ambiental se encarga de la caracterización de la línea base y el componente físico. En el estudio no se reporta experiencia ni estudios complementarios de los profesionales.
Participación	0	0	No se incluye en la evaluación de impactos la opinión de la comunidad sobre la significancia de los impactos identificados.
VPE	0,1	VPO	0
αVPE	0,07	βVPO	0
IEM = [(αVPE.- FI) +βVPO]		2%	

Gráfica 6-12. Grado de efectividad de las metodologías analizadas.



Gráfica 6-13. Distribución de los valores de (αVPE – FI) y βVPO en función del resultado del IEM



Ante la baja efectividad de las metodologías analizadas, se infiere que las decisiones tomadas por la autoridad ambiental tienen como fundamento EsIA con resultados cuya falta de certeza representan los posibles impactos asociados al proyecto a ejecutar. De este modo, las acciones propuestas para el manejo ambiental (PMA, ICAs) serán insuficientes generando daños irreparables al no considerar los impactos que fueron mal evaluados. La consecuencia de la ineffectividad de los EsIA no se puede evidenciar a corto plazo, de hecho no se puede asociar al control normativo pues las autoridades son flexibles en muchos parámetros asociados a la presentación de estos estudios. Por eso se recomienda la implementación del índice como herramienta de control y seguimiento a los EsIA por parte de los proponentes y la autoridad teniendo como objetivo común una evaluación transparente y efectiva.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

Se caracterizaron las metodologías de evaluación de impactos ambientales empleadas en los EsIA presentados durante el periodo 2012-2014 a la autoridad ambiental, con el fin de solicitar la licencia ambiental necesaria para la ejecución de proyectos, obras y actividades que pueden causar alguna alteración a los recursos naturales. El sector al que se le otorgó la mayor cantidad de licencias fue el de hidrocarburos, seguido por el de plaguicidas y agroquímicos, sin embargo, este último sector no fue contemplado en la investigación pues los estudios presentados para solicitar la licencia corresponden a análisis de riesgos. Aunque la minería es uno de los sectores que impactan significativamente el ambiente, solo se asocia una licencia durante el periodo de estudio, esto se debe a que la mayoría de los proyectos mineros solicitan permisos o licencias en Corporaciones Autónomas o dan continuidad a proyectos autorizados previamente al año 2012. La metodología usada con mayor frecuencia para determinar la significancia de los impactos es la RAM, seguida por la metodología propuesta por Conesa y su versión modificada.

Para determinar la efectividad de este tipo de metodologías, se proponen nueve indicadores cualitativos que representan las condiciones que se deben tener en cuenta al evaluar un impacto, siendo coherentes con los objetivos propuestos al iniciar la EIA. Estas condiciones se integran en el índice de efectividad de las metodologías (IEM), con el fin de evaluar la metodología a partir de su planteamiento y estructuración (eficacia), a través de parámetros estructurales (VPE) que incluyen la objetividad, rigurosidad, pertinencia, y totalidad de la metodología. La implementación (eficiencia) es incorporada a través de parámetros operativos (VPO), representados como la interdisciplinariedad, experticia y participación. El VPE tiene una ponderación de 0,7 al que se le resta el factor de incertidumbre (FIA), que equivale a 0,05. El VPO tiene una ponderación de 0,3. Por lo

tanto el resultado ideal al aplicar el índice sería de 95% al multiplicarse por cien con el fin de generar un porcentaje como producto final.

Las metodologías empleadas para evaluar la significancia de los impactos ambientales se plantean de una forma en la que no combinan el uso de métodos cualitativos y cuantitativos para sustentar la decisión final. Aunque una de las recomendaciones de la autoridad ambiental es presentar un análisis fundamentado en distintos enfoques, son pocos los estudios en los que se presentan. Tienen como factor común la inclusión de atributos con la intención de caracterizar el impacto y representar las condiciones bajo las cuales este se puede generar. Sin embargo, más de la mitad de las metodologías analizadas utilizan atributos que no dan cuenta de las características del impacto influyendo en el cálculo de su significancia, por lo tanto pueden alterar el resultado de la evaluación, generando resultados erróneos.

La implementación de estas metodologías se realiza a través de grupos evaluadores conformados en su mayoría por personal con experiencia y formación complementaria, lo que enriquece el proceso de evaluación de impactos. A pesar de esto, se desconoce la importancia de la comunidad en este tipo de procesos pues en la mayoría de los EsIA se omite el concepto de la comunidad frente a los posibles impactos asociados a las obras o actividades a desarrollar, por lo tanto la evaluación de impactos es un ejercicio unilateral en donde solo se contempla la opinión de los proponentes del proyecto que buscan el otorgamiento de la licencia ambiental.

A partir de la implementación del IEM, se determina que la mayoría de las metodologías evaluadas no son efectivas o tienen una efectividad media, presentando características que disminuyen la probabilidad de que las predicciones realizadas coincidan con el comportamiento real de los impactos, por lo tanto tienen alta incertidumbre. La incorrecta evaluación de impactos influye en las decisiones que se toman a largo plazo en cuanto al manejo de los recursos ambientales afectados lo que desestima el proceso por el cual se han otorgado más de 200 licencias ambientales en donde no se dimensiona el impacto real de las obras, proyectos o actividades que la solicitan.

7.2. Recomendaciones

Siendo el IEM el principal producto de esta investigación, se espera que se tome en consideración como un instrumento de control tanto para los grupos evaluadores, como para las autoridades competentes, siendo un requerimiento para la presentación de EsIA. El uso correcto de la herramienta puede ser auditado por agentes externos, a las instituciones proponentes del proyecto, como a las autoridades. Cabe aclarar, que el correcto uso de la herramienta debe estar ligado a la ética profesional y al buen desempeño de los profesionales que estén involucrados en el proceso de evaluación de impactos.

Una vez evaluada la efectividad de los EsIA, es pertinente analizar la efectividad del proceso de EIA en Colombia haciendo énfasis en los PMA, programas de seguimiento y control. Es necesario establecer sistemas de certificación, acreditación y registro de profesionales ambientales cuya labor este enfocada en la elaboración de EsIA y específicamente en la evaluación de impactos ambientales. Así mismo, se requieren procesos de auditoria en los otorgamientos de licencias ambientales. La publicidad, información y transparencia de la EIA puede ser gestionada a través del Sistema Nacional Ambiental (SINA), con el fin de garantizar la protección de los recursos naturales del país y el correcto desempeño de los actores involucrados.

Se recomienda el uso de esta herramienta en procesos formativos con el fin de presentar las buenas prácticas que se deben tener en cuenta al realizar estudios ambientales, convirtiéndose en un instrumento de debate cuya modificación tenga como objetivo su adaptación a diferentes componentes de la EIA.

A. Anexo: Proyectos analizados

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
1	LAM5060	Construcción y Operación de un Terminal Portuario de Graneles Sólidos de Gran Calado en la Bahía Colombia	PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S. A.	Infraestructura
2	4978	Construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica de 230 Kv entre la central hidroeléctrica Chivor para suministrar energía al Campo Rubiales, estaciones actuales y futuras de bombeo del Oleoducto de los Llanos Orientales	PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS S.A	Energético
3	5318	Área de Interés de Perforación Exploratoria Azulejo	PETROLIFERA PETROLEUM COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
4	5281	Perforación Exploratoria Bloque CPO-13	TECPECOL S.A	Hidrocarburos
5	5229	Subestación Bosque 220 Kv y las líneas de transmisión asociadas	INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A. E.S.P.	Energético
6	4741	Perforación Exploratoria de Hidrocarburos — Área 2	PETROLIFERA PETROLEUM COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
7	LAM5278	Área de interés de perforación exploratoria Turpial	PETROLIFERA PETROLEUM COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
8	LAM5433	Área de perforación exploratoria Llanos 57	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL	Hidrocarburos
9	LAM5121	Bloque de perforación exploratoria Llanos 29	COLUMBUS ENERGY SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
10	LAM5353	Bloque Exploratorio Valle Medio Del Magdalena 2 - VMM2	VETRA EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN S.A.S	Hidrocarburos
11	LAM5453	Área De Interés De Desarrollo Del Campo Balay	PETROBRAS COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
12	5423	Área de Perforación Exploratoria CPO9	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
13	5305	Área de Perforación Exploratoria Llanos 18	LOH ENERGY SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
14	5342	Área de Perforación Exploratoria Bello	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
15	LAM5475	Área De Perforación Exploratoria Bloque CP0- 12	META PETROLEUM CORP.	Hidrocarburos
16	LAM5192	Área De Explotación Del Bloque Guásimo	PACIFIC STRATUS ENERGY COLOMBIA COR	Hidrocarburos
17	LAM5297	Área de perforación exploratoria Coclí Norte	HOCOL S.A	Hidrocarburos
18	4990	Proyecto de perforación exploratoria de hidrocarburos COATI	COLUMBUS ENERGY SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
19	LAM0002.11	Doble Calzada Tramo El Rosal — Villeta de la Carretera Bogotá - Siberia — El Vino — La Vega - Villeta	CONCESIÓN SABANA DE OCCIDENTE S.A	Infraestructura
20	LAM0001.11	Área De Perforación Exploratoria Pastinaca	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
21	5681	Construcción y Operación del Paso Vial por el centro poblado del corregimiento de Morrison	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
22	5723	Ruta Del Sol, Sector 2	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
23	5684	Proyecto Vial Ruta del Sol, Sector 2: Puerto Salgar — San Roque.	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
24	5682	Ruta Del Sol, Sector 2	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
25	5680	Construcción y Operación del Paso Vial por el centro poblado de La Mata	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
26	4970	Protección Marina en el Paso Los Muchachitos de la Carretera que conduce de Santa Marta D.T.C.H Río Palomino, ruta 90 a cargo del INVIAS - Córdoba	CONCESIÓN SANTA MARTA — PARAGUACHÓN S.A	Infraestructura
27	5718	Paso vial por el casco urbano del Municipio de Aguachica	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
28	LAM5237	Área De Perforación Exploratoria La Golosa	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
29	4971	Proyecto de perforación exploratoria en el sector denominado Bloque Fuerte Sur 3D	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
30	LAM5459	Área de Interés de Perforación Exploratoria Bloque LLA-21	OMEGA ENERGY COLOMBIA	Hidrocarburos
31	5499	Obras de protección Río Zulia, Sector Los Reyes, Distrito de Riego el Zulia	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - CORPONOR	Infraestructura
32	LAM5655	Área de Perforación Exploratoria Canelo Nogal	PETRONOVA COLOMBIA	Hidrocarburos
33	LAM5766	Área de Perforación Exploratoria Caño de los Totumos	AVANTAGE ENERGY SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
34	LAM5505	Área de Interés Exploratorio Canelo Norte	PETRONOVA COLOMBIA	Hidrocarburos

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
35	LAV 0003-12	Construcción de la Estación de Compresión de Gas de la Sabana	TRANSPORTADORA DE GAS INTERNACIONAL S.A. E.S.P	Hidrocarburos
36	5487	Proyecto Explotación de Campo Chuirá	Unión Temporal MIDAS	Hidrocarburos
37	LAM5600	Área de Perforación Exploratoria Valle Cafetal	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
38	LAM 5669	Área de Perforación Exploratoria Llanos-58	HUPECOL OPERATING CO LLC	Hidrocarburos
39	LAM5546	Área De Perforación Exploratoria Sinu San Jacinto Norte-1 SSJN-1	LEWIS ENERGY COLOMBIA INC	Hidrocarburos
40	LAM5612	Área De Perforación Exploratoria Llanos 31-II	PETROMINERALES COLOMBIA LTD. SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
41	LAM 5868	Área de Perforación Exploratoria Goliat	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
42	LAM 5814	Área de Perforación Exploratoria Lla-61	SUELOPETROL CASACA SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
43	LAM5771	Área de Perforación Exploratoria Santa Isabel	GREEN POWER SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
44	LAM5554	Área de Perforación Exploratoria Perdices Campito	HOCOL S.A	Hidrocarburos
45	6061	Conformación De Franjas, Zona Resa Y Geometría De La Pista Del Aeropuerto Internacional Matecaña De Pereira	AEROPUERTO INTERNACIONAL MATECAÑA	Infraestructura
46	LAM5901	Área De Interés De Perforación Exploratoria Costa Afuera Jarara, Bloque Tayrona, Caribe Colombiano	PETROBRAS COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
47	LAM 5633	Perforación Exploratoria Bloque VMM-27	SHELL EXPLORATION AND PRODUCTION COLOMBIA GMBH	Hidrocarburos
48	LAM 5613	Área de Perforación Exploratoria Saltarín Sur	HOCOL S.A	Hidrocarburos
49	5950	Construcción, operación y mantenimiento de la Subestación Alférez a 230 KV y líneas de transmisión asociadas	EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A E.S.P	Energético
50	LAM 5547	Área de Perforación Exploratoria Valle Medio Magdalena Uno VMM-1	LEWIS ENERGY COLOMBIA INC	Hidrocarburos
51	LAM5984	Conexión Subestación Sogamoso 230/500 Kv Y Líneas De Transmisión Asociadas	INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA —ISA S.A. E.S.P	Energético
52	LAM5764	Área De Perforación Exploratoria Llanos 23 Norte	PETROLERA MONTERRICO S.A. SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
53	LAM 5790	Área de Perforación Exploratoria Llanos 59	PETROMINERALES COLOMBIA LTD. SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
54	LAM5350	Campo Jilguero (Bloque De Producción Jilguero)	CEPSA COLOMBIA S.A. — CEPCOLSA	Hidrocarburos
55	LAM6084	Área de Perforación Exploratoria La Pinta 1 y 2	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
56	LAM5599	Área de Perforación Exploratoria CSO	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
57	5918	Área de Interés Exploratorio Leonia	VETRA EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN COLOMBIA S.A.S.	Hidrocarburos
58	LAM5815	Área de perforación exploratoria Llanos 23 Sur	PETROLERA MONTERRICO S.A. SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
59	LAM5506	Área de explotación de Hidrocarburos CPE-6	META PETROLEUM CORP.	Hidrocarburos
60	LAV0008-12	Área de perforación exploratoria (APE) VMM-37	PATRIOT ENERGY SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
61	LAM6062	Construcción del Puente Talaigua Nuevo (Corredor Vial Santa Ana - La Gloria) y sus accesos sobre la vía pertenecientes al proyecto Vial Transversal de las Américas Sector 1	VIAS DE LAS AMERICAS S.A.S	Infraestructura
62	LAM5787	Área de producción Vireo	PERENCO COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
63	LAV0005-13	Proyecto de transmisión Nueva Esperanza línea a 230 KV y Subestación de Energía	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. — EPM	Energético
64	5836	Área de interés de Perforación Exploratoria Castor D	PETROMINERALES COLOMBIA LTD. SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
65	LAV0004-13	Área de perforación Chenchena-CPO10	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
66	5837	Área de interés Exploratorio Tinigua Módulo 1	PETRONOVA COLOMBIA	Hidrocarburos
67	LAM 5387	Construcción y operación del Tramo 4A de la doble calzada de la carretera Bogotá - Siberia - El Vino - la Vega - Villeta, comprendido entre Sabaneta (K32+350) - El Chuscal (K37+900)	CONCESIÓN SABANA DE OCCIDENTE S.A.	Infraestructura
68	LAM6245	Segunda Calzada del corredor vial La Ye - Sahagún dela concesión vial Cordoba	AUTOPISTAS DE LA SABANA S.A.	Infraestructura
69	LAM 5838	Área de interés de Perforación Exploratoria Llanos 62	HUPECOL OPERATING CO LLC	Hidrocarburos
70	LAV0057-13	Actividades de explotación minera de materiales de construcción del en el - municipio de Silvania	LUIS EDUADO MONTOYA JARAMILLO Y RAFAEL JOAQUIN RODRIGUEZ NARANJO	Minero
71	LAM 5948	Área de Perforación Exploratoria Llanos 9	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
72	LAV0029-13	Área de perforación exploratoria Llamador - VIM-5	OGX PETROLEO E GAS LTDA	Hidrocarburos
73	LAV0031-13	Área de desarrollo Llanos 22 Sur	CEPSA COLOMBIA S.A. — CEPCOLSA	Hidrocarburos
74	LAM5798	Área de perforación Exploratoria Portofino Norte	PETROLERA MONTERRICO S.A. SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
75	LAV0010-13	Área de exploración 1 del bloque Llanos 45	PERENCO COLOMBIA LIMITED	Hidrocarburos
76	LAV0012-14	construcción de las Variantes del Tramo 2 así: variante PR 52 (K28), entre las abscisas odométricas PR 51+130 y PR 52+993, y la Variante Puerto Araujo entre las abscisas odométricas PR 60+400 y PR 64+920, localizadas en el municipio de Cimitarra, en el departamento de Santander, que corresponden al Sector Dos, del Proyecto vial Ruta del Sol	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.	Infraestructura
77	LAV0077-13	Paso Vial por los centros poblados: Aguas Negras y Campo 23, pertenecientes al tramo 3 del Proyecto Vial Ruta del Sol, sector 2	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.	Infraestructura
78	76-13	Construcción Del Nuevo Puente Sobre El Río Magdalena Entre Municipios De Honda Y Puerto Bogotá (Puente Honda)	Instituto Nacional de Vías - INVIAS	Infraestructura
79	LAV0039-13	Área De Perforación Exploratoria CPO 10 Sur	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos
80	LAV0041-13	Área de Explotación Pendare - Bloque CPO-13	TECPETROL COLOMBIA SAS	Hidrocarburos
81	LAV0017-13	Área de Perforación Exploratoria González Sur 2	TURKISH PETROLEUM INTERNATIONAL COMPANY LIMITED SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
82	LAV0030-13	Área de Perforación Exploratoria Llanos 14	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos
83	LAM5558	Área De Perforación Exploratoria Llanos - 10	PETROLERA MONTERRICO SA, SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
84	LAV0061-13	Area de Pozos Rio Chitamena Sur	EQUIÓN ENERGIA LIMITED	Hidrocarburos
85	LAM6397	Construcción de la Segunda Calzada Tramo Loboguerrero - Media Canoa, localizado en la vía Buenaventura - Buga, departamento del Valle del Cauca.	UNION TEMPORAL DESARROLLO VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA	Infraestructura
86	LAM 6348	Construcción Doble Calzada Ruta del Sol, Sector 3	YUMA CONCESIONARIA S.A.	Infraestructura
87	LAV0047-13	Área de Perforación Exploratoria Flor, del Bloque CPO11	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos
88	LAM5175	Área de perforación exploratoria Mago Norte	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos
89	LAM 6202	Construcción de la Segunda Calzada Sincelejo — Tolú Viejo	AUTOPISTAS DE LA SABANA S.A.	Infraestructura

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
90	LAV0005-12	Construcción y Operación de la SIE Armenia 230 kV y líneas de transmisión asociadas	EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A. E.S.P. EBB	Energético
91	LAV0038-13	Área De Perforación Exploratoria CPO 10 Norte	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos
92	LAV0001-13	Área De Perforación Exploratoria - APE VMM-3	SHELL EXPLORATION AND PRODUCTION COLOMBIA GMBH (SEPC) SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
93	LAM6425	Explotación Del Bloque Guachiría Sur	LEWIS ENERGY COLOMBIA, INC	Hidrocarburos
94	LAV0082-13	Área de Perforación Exploratoria Santa	ECOPETROL S.A.	Hidrocarburos
95	LAM 6347	Construcción de la Segunda Calzada Sampués - Sincelejo del KI 03+459 al KI 14+365	AUTOPISTAS DE LA SABANA S.A.	Infraestructura
96	LAV0029-14	Construcción de la variante por el centro poblado del municipio de Plato	YUMA CONCESIONARIA S.A.	Infraestructura
97	LAM 5887	Área de Perforación Exploratoria La Cabaña, dentro de/Interior del Bloque PUTI	GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD.	Hidrocarburos
98	LAM 5800	Área de Perforación Exploratoria Chipó	EMERALD ENERGY PLC SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
99	LAM6356	Área de Perforación Exploratoria "Moquetá y Perforación Exploratoria del Pozo Moquetá 1"	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
100	LAM6301	Variantes La Gómez, El Tropezón y La Palma, del Tramo 4 Ruta del Sol Sector 2	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.	Infraestructura
101	LAV0052-14	Variante Centro Poblado Palmas de Guayabito en el municipio de Cimitarra, jurisdicción del departamento de Santander del Proyecto Vial Ruta del Sol, Sector 2, Tramo 3.	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.	Infraestructura
102	LAV0092-13	Construcción de las Variantes en los municipios de Ariguaní (El Difícil) y Nueva Granada	YUMA CONCESIONARIA S.A.	Infraestructura
103	LAV0084-13	Área de Perforación Exploratoria CP013B	TECPETROL COLOMBIA SAS	Hidrocarburos
104	LAV0007-12	Área De Perforación Exploratoria Marina RC9	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
105	LAM 5630	Área De Perforación Exploratoria El Cenizo	AZABACHE ENERGY INC SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
106	LAV0014-13	Área de Perforación Exploratoria Merecure	CEPSA COLOMBIA S.A. CEPOLSA	Hidrocarburos
107	LAV0003-13	Área de Perforación Exploratoria Ávila	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
108	LAV0063-14	Construcción de obras para la estabilización y recuperación ambiental de las Playas del Country en el Municipio de Puerto Colombia en el Departamento del	MUNICIPIO DE PUERTO COLOMBIA	Infraestructura

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
		Atlántico		
109	LAV0069-13	Área de Perforación Exploratoria Marina Siluro	REPSOL EXPLORACION COLOMBIA S.A.	Hidrocarburos
110	LAM5578	Área de Perforación Exploratoria Niscota Nueva	HOCOL S.A.	Hidrocarburos
111	LAV0065-13	Variantes El Burro y Curumaní pertenecientes al Tramo 7 Sector 2, del proyecto Ruta del Sol	CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S	Infraestructura
112	LAV0022—14.	Construcción de la segunda calzada del tramo Sincelejo — Tolviejo entre los KO+000 al K1+500 de la ruta nacional No. 25, en el departamento de Sucre	AUTOPISTAS DE LA SABANA S.A.	Infraestructura
113	LAV0059-13	Área de Perforación Exploratoria CPO Padre perteneciente al bloque CP01 1, Llanos Orientales	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
114	LAV0006-14	Área Río Meta del Campo de Producción Guarimena	PETRÓLEOS SUD AMERICANOS SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
115	LAM6398	Construcción del Tramo 5: Santa Lucía - San Pelayo, en jurisdicción de los municipios de Montería, Cereté y San Pelayo, departamento de Córdoba" perteneciente al sector 1 del Corredor Vial del Caribe del Proyecto Vial Transversal de Las Américas	SOCIEDAD VIAS DE LAS AMÉRICAS S.A.S	Infraestructura
116	LAV0054-14	Construcción De Variante "Mellitos" A Partir Del 1(16+560 Al 1 25+117 Sector Necocli San Juan, Tramo Turbo. Necocli - San Juan - Arboletes - Puerto Rey Montería, Del Proyecto Concesión Transversal De Las Americas —Sector 1 Y Rectificación De La Curva Entre El K31+100 Y El K32+1120 De La Misma Vía	SOCIEDAD VIAS DE LAS AMÉRICAS S.A.S	Infraestructura
117	LAV0058-13	Perforación Exploratoria Bloque Cordillera 11 - COR11	CANACOL ENERGY COLOMBIA	Hidrocarburos
118	0081-13	Área de Perforación Exploratoria ZOCAY-Bloque CPO-9	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
119	LAM5707	Área de Perforación Exploratoria LLA-71	GEO TECHNOLOGY LA SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos
120	LAV0047-14	Gasoducto Submarino y Estructura de Amarre	PACIFIC STRATUS ENERGY COLOMBIA LTD	Hidrocarburos
121	LAV0046-13	Área De Perforación Exploratoria Princesa del bloque CPO -11	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
122	LAV0068-14	Construcción Variante Majagual perteneciente al Tramo 10, San arcos-Majagual-Ach-Guaranda	VIAS DE LAS AMÉRICAS S.A.S	Infraestructura
123	6174	Perforación Exploratoria En El Bloque VMM-35	ALANGE ENERGY CORP SUCURSAL COLOMBIA	Hidrocarburos

Id	Exp.	Nombre del proyecto	Interesado	Sector
124	LAV0048-13	Área de Perforación Exploratoria Néctar, perteneciente al Bloque CP01 1, Llanos Orientales	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
125	LAV00048-14	Área de perforación exploratoria CPO8 Norte	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
126	LAV0011-14	Área de Explotación Atarraya	TECPETROL COLOMBIA SAS.	Hidrocarburos
127	LAV0002-13	Área de Perforación Exploratoria CPO-160	HOCOL S.A.	Hidrocarburos
128	LAV0068-13	Área de Perforación Exploratoria VIM-6	HOCOL S.A.	Hidrocarburos
129	LAV0049-13	Área de Perforación Exploratoria Muñeca	ECOPETROL S.A	Hidrocarburos
130	LAV0015-14	Explotación del Campo Zoe	UNIÓN TEMPORAL MIDAS	Hidrocarburos
131	LAV0053-14	Bloque Exploratorio Llanos 65	HOCOL S.A.	Hidrocarburos

B. Anexo: Instrumento empleado en la consulta a expertos

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información sobre la influencia de varios factores en la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales (EslA). Esta consulta servirá como insumo para el desarrollo de la Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, titulada "*Diseño de un Índice de Efectividad Para el Análisis de Metodologías Empleadas en la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en Colombia*"

1. Información general

Nombre*:

Institución a la que pertenece*:

2. Efectividad de los EslA

Para efectos de esta investigación, la efectividad es entendida como la conjugación de los criterios de eficiencia y eficacia de un proceso. La efectividad procedimental se relaciona con la "eficacia" al tener como punto de análisis la calidad de los procedimientos, métodos y técnicas empleadas para cumplir el objetivo planteado previamente, y la efectividad transactiva se interpreta como la "eficiencia", la cual evalúa el cumplimiento del objetivo en función del uso de recursos.

Con el fin de calcular la efectividad de las metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales (E_fM), se toman en consideración dos elementos de análisis.

1. *Estructura (E): entendida como el diseño de la metodología y los elementos que la componen*
2. *Operatividad (O): relacionada con la forma de ejecutar la metodología, los actores involucrados y los recursos empleados.*

Teniendo en cuenta la relación entre estas variables, se plantea la siguiente expresión

$$E_fM = \alpha E + \beta O$$

Donde:

$\alpha E = 70\%$ del resultado final y $\beta O = 30\%$ del resultado final

¿Está de acuerdo con los porcentajes asignados?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
En caso de no estar de acuerdo, asigne un porcentaje a cada variable	$\alpha E = \text{_____}\%$	$\beta O = \text{_____}\%$
Justifique su respuesta:		

3. Estructura de las metodologías empleadas en los EsIA			
Para valorar la estructura de las metodologías empleadas en los EsIA, se toman en consideración cuatro parámetros:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Objetividad: Uso de métodos cualitativos y cuantitativos de evaluación de impactos</i> 2. <i>Totalidad: Consideración de todos los componentes y factores ambientales que pueden ser afectados</i> 3. <i>Pertinencia: Definición de atributos pertinentes para la evaluación de impactos, incluidos en métodos cualitativos y cuantitativos, y</i> 4. <i>Rigurosidad: Uso de técnicas adecuadas, estandarizadas y replicables que se ajusten al propósito del análisis</i> 			
Teniendo en cuenta la importancia de cada parámetro en la efectividad de la metodología, se asignaron los siguientes porcentajes:			
Objetividad 40%	Totalidad 30%	Pertinencia 20%	Rigurosidad 10%
¿Está de acuerdo con los porcentajes asignados?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
En caso de no estar de acuerdo, asigne un porcentaje a cada variable	Objetividad = _____%	Totalidad = _____%	
	Pertinencia = _____%	Rigurosidad = _____%	
Justifique su respuesta:			

4. Factor de incertidumbre aleatoria		
La significancia de un impacto no se puede predecir con exactitud debido a la condición dinámica del ambiente y a la incertidumbre de los métodos empleados para tal fin. Por tal razón, se propone un <i>Factor de Incertidumbre Aleatoria (FIA)</i> que contempla la incertidumbre generada por la imposibilidad de estimar con certeza el impacto.		
Al establecer un rango de 1 a 100, se definió un valor de 0,05 para el <i>FIA</i> lo que corresponde al 5% del cálculo total de la efectividad. Esto implica que una metodología puede ser efectiva hasta en un 95%		
¿Está de acuerdo con el porcentaje asignado?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
En caso de no estar de acuerdo, asigne un porcentaje al <i>FIA</i>	$FIA = \text{_____}$	
Justifique su respuesta:		

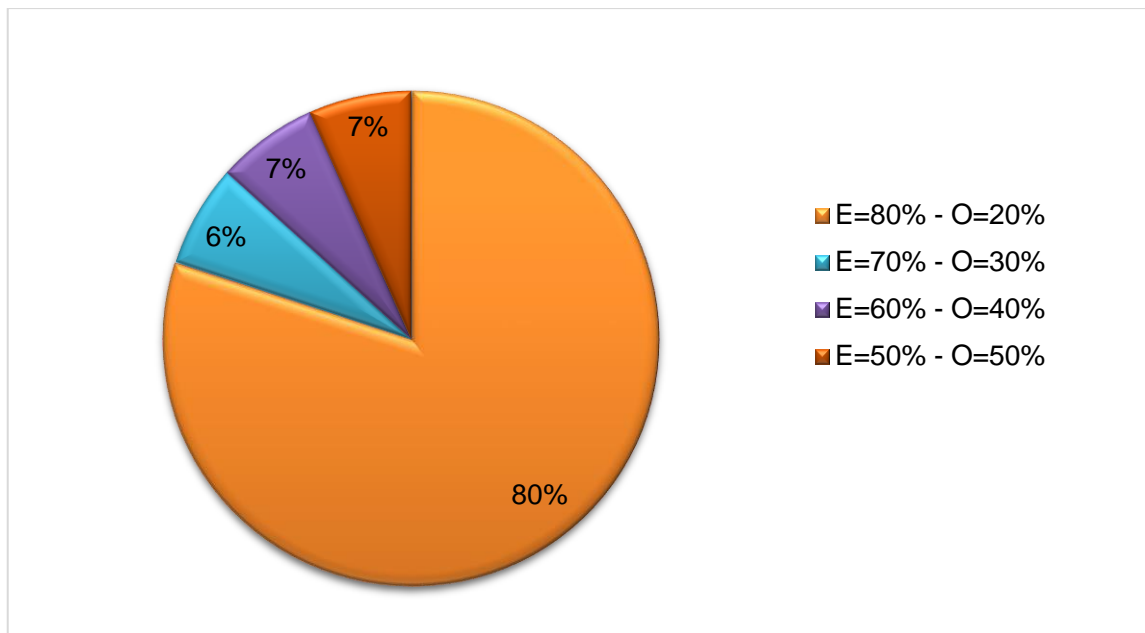
5. Operatividad de las metodologías empleadas en los EsIA		
<p>Para valorar la operatividad de las metodologías empleadas en los EsIA, se toman en consideración cuatro parámetros:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Interdisciplinariedad: Inclusión de profesionales especialistas en diferentes disciplinas</i> 2. <i>Experticia: Coherencia entre el campo de acción de los evaluadores y la labor a desempeñar.</i> 3. <i>Participación: Inclusión de las partes interesadas y afectadas por el proceso en la documentación y toma de decisiones., y</i> 4. <i>Ajuste: Cumplimiento de los tiempos y uso asertivo de los recursos destinados</i> <p>Teniendo en cuenta la importancia de cada parámetro en la efectividad de la metodología, se asignaron los siguientes porcentajes:</p>		
Interdisciplinariedad 35%	Participación 25%	Experticia 40%
¿Está de acuerdo con los porcentajes asignados?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
En caso de no estar de acuerdo, asigne un porcentaje a cada variable	Interdisciplinariedad _____%	Experticia = _____%
	Participación = _____%	
Justifique su respuesta:		

C. Anexo: Resultados de la consulta a expertos

1. Expertos consultados

id	Institución	Profesión o especialidad
1	EIATEC S.A.S.	Ingeniería ambiental
2	Antea Group - Geoingeniería	Ingeniería ambiental
3	MCS Consultoría	Ingeniería ambiental
4	Consortio Megaoil	Ingeniería eléctrica
5	Instituto de estudios ambientales (IDEA)	Ingeniería agrónoma
6	Instituto de estudios ambientales (IDEA)	Ingeniería química
7	Instituto de estudios ambientales (IDEA)	Ingeniería agrónoma
8	Instituto de estudios ambientales (IDEA)	Lingüística
9	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)	Ingeniería agrónoma
10	Consortio Hart-Iplan	Ingeniería química
11	Universidad Nacional de Colombia	Ingeniería química
12	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	Zootecnia
13	MCS Consultoría	Ingeniería ambiental
14	Instituto de desarrollo urbano (IDU)	ingeniería civil
15	Independiente	Biología

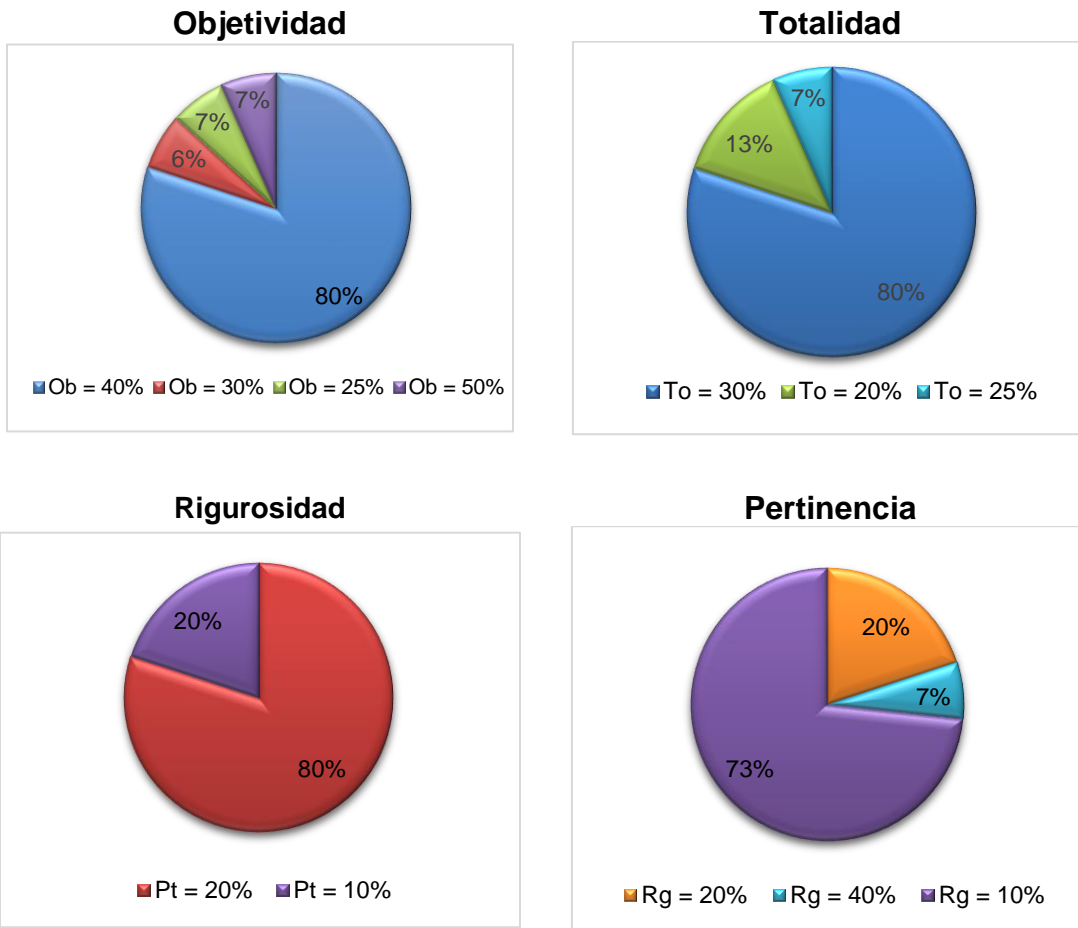
2. Efectividad de los EsIA



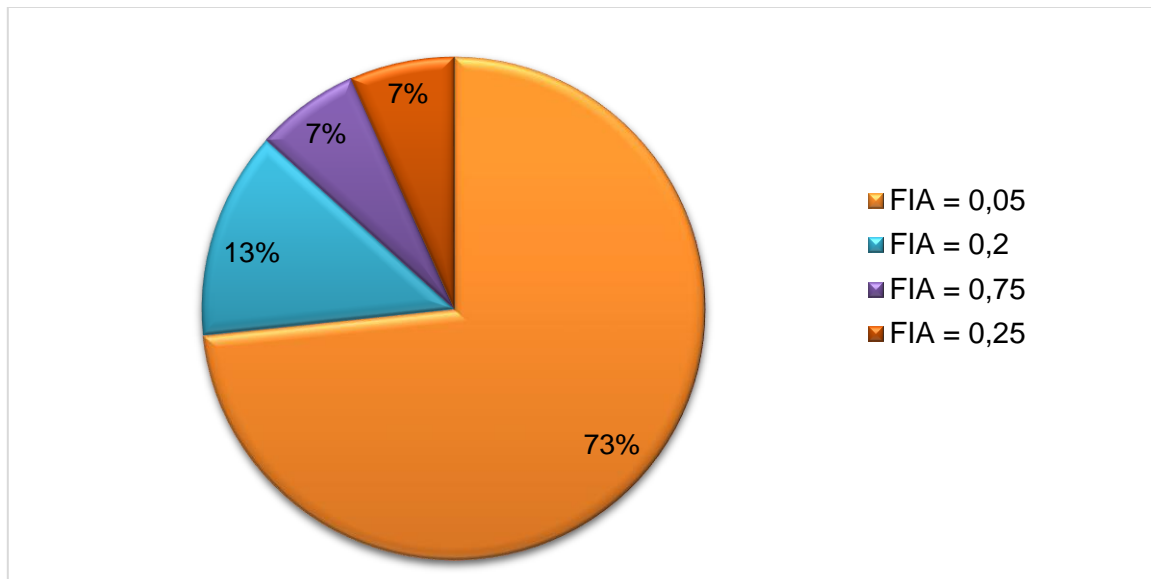
Id	Justificación de las respuestas
1	Me parece que el peso que se le dé a la estructura de la metodología debe ser mayor, considerando que es aquí donde se definen y establecen los criterios mediante los cuales van a ser evaluados los impactos.
2	Entendiendo la operatividad como “la manera de ejecutar la metodología”, considero relevante asignar mayor peso a la “operatividad” ya que no siempre una metodología robusta o metodológicamente bien diseñada (estructura) implica que este bien aplicada. La efectividad de la aplicación de las metodologías para evaluación de impactos dependen en gran parte de “quien la aplique, como la aplique y a que la aplique” ya que para obtener un buen resultado es fundamental poseer amplios conceptos técnicos, ética, imparcialidad y un amplio grado de objetividad. Como ejemplo puede compararse un mismo proyecto evaluado bajo la misma metodología en dos grupos diferentes o incluso, diferentes proyectos del mismo sector empleando la misma metodología. Los resultados siempre serán diferentes debido a la naturaleza “cualitativa” de las metodologías empleadas. Incluso, podría pensarse en igualar las variables para darle peso al grupo evaluador, actores y recursos empleados para realizar la evaluación (p.e. vinculación de comunidades en procesos participativos y inclusión de los resultados y opiniones de comunidades sobre los impactos del proyecto), cosa que en Colombia no se tiene en cuenta.
3	Si bien es cierto que la parte metodológica debe responder a una base muy bien fundamentada, considero que debe dársele un poco más de peso a la operatividad, que se relacionaría también con la aplicación a casos prácticos.
4	Debe ser un poco más equitativo dado que una adecuada estructura no es garante de un proceso si la ejecución y los actores involucrados no son los óptimos.

5	Si la metodología es clara y suficientemente robusta como para incorporar la complejidad del objeto de estudio, la forma de aplicarla tendría un efecto limitado en la variabilidad de los resultados, por lo cual la efectividad depende más de la estructura que de la operatividad.
6	Una metodología puede estar muy bien diseñada, pero no es garantía de su operatividad. Un 70% en la estructura podría ocultar una operatividad muy baja.
7	No justifica su respuesta
8	El diseño de la metodología es muy importante y es la base de unos EsIA adecuados pero su ejecución también incide en la efectividad, pues en el papel o en la teoría, la metodología puede ser excelente pero si en su ejecución se omiten actores o detalles relevantes (propuestos por la metodología), entonces los EsIA no cumplirán con su objetivo.
9	No justifica su respuesta
10	Es conveniente atribuir mayor peso a la estructura de las metodologías debido a la escasa claridad por parte de las autoridades ambientales que no estandarizan o envían mensajes claro en cuanto al diseño y estructura de la metodología.
11	Siendo esto una aproximación, tanto el diseño de la metodología como la ejecución tienen igual importancia al llegar a calcular la efectividad de las metodologías de impacto ambiental. Se pueden prever dos escenarios: el primero en el cual se haga un diseño excelente de la metodología pero no se cuente con un equipo humano adecuado para ejecutarla entre otras cosas; y el segundo en el cual la ejecución sea muy buena en torno a una metodología pobre o mal diseñada. Por ende, ambos factores tienen igual peso en la ecuación o un valor cercano a la relación 1:1. Sin embargo, es necesario conocer a fondo el desempeño del diseño de la metodología y su aplicación en estudios de impacto ambiental existentes para determinar el efecto real que tienen estas variables en el proceso de evaluación de impacto ambiental. Al asignar igual factor de ponderación a ambas variables considero que hay objetividad en la evaluación de la efectividad. De otro modo, si se orienta la balanza hacia el lado de la Estructura, un buen diseño de la metodología aumentaría la efectividad sin que necesariamente tenga una buena ejecución.
12	El diseño de la metodología de EIA puede obedecer a pequeños ajustes que podrían optimizar técnicamente el uso de la herramienta, o bien podría tratarse de un desarrollo tecnológico importante, pero esto no garantiza en mayor medida la efectividad de las metodologías. Considero que la operatividad con la que se dé uso de las herramientas técnicas debe tener mayor relevancia en la medida que son los actores involucrados (consultoras, operadoras, autoridades y comunidades) quienes deben entender la importancia de la aplicación de la EIA y desempeñar sus roles con la mayor responsabilidad.
13	Las dos variables tienen una importancia similar por lo cual los porcentajes deben ser muy cercanos, aunque la estructura si debe tener mayor valor teniendo en cuenta que el diseño de la metodología es la base de la evaluación.
14	Si bien la metodología (estructura) indica el camino a seguirse, también tiene buena parte de responsabilidad la manera como éste se recorre. Sin embargo se reconoce que cuantificar la Operatividad puede tener algo de subjetividad.
15	La efectividad de la metodología debe tener un mayor porcentaje pues debido a la dificultad que se presenta al modificarla durante el transcurso del proceso de evaluación.

3. Estructura de los EsIA

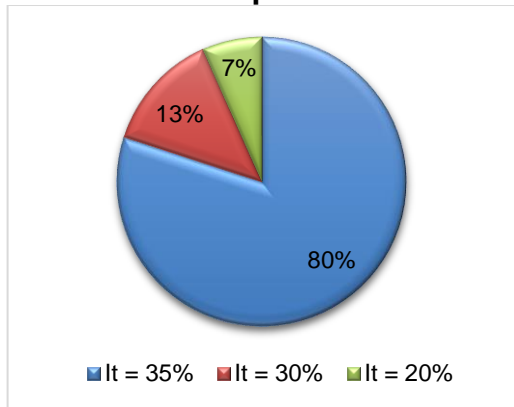


4. Factor de incertidumbre aleatoria

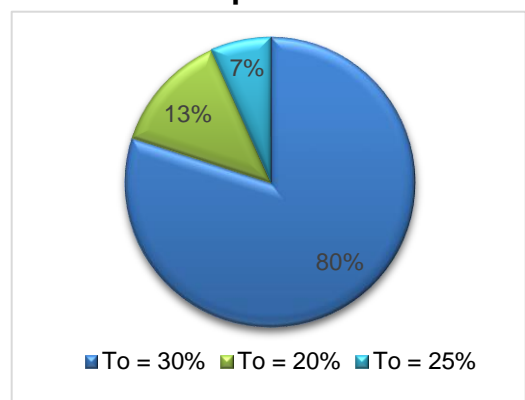


5. Operatividad de los EsIA

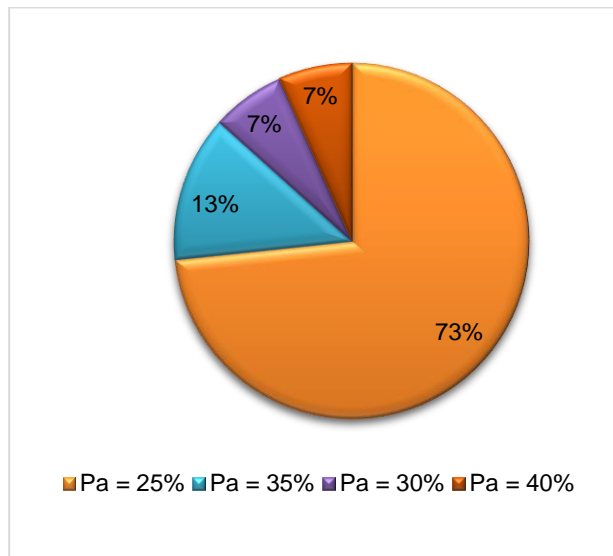
Interdisciplinariedad



Experticia



Participación



D. Anexo: Valores de α VPE y β VPO

	BVPO																										
	0,00	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,30
0	0%	4%	5%	6%	8%	9%	10%	11%	11%	12%	13%	14%	14%	15%	16%	17%	17%	18%	19%	20%	20%	21%	23%	24%	25%	26%	30%
0,02	2%	6%	7%	8%	10%	11%	12%	13%	13%	14%	15%	16%	16%	17%	18%	19%	19%	20%	21%	22%	22%	23%	25%	26%	27%	28%	32%
0,06	6%	9%	11%	12%	13%	15%	15%	16%	17%	18%	18%	19%	20%	21%	21%	22%	23%	24%	24%	25%	26%	27%	28%	30%	30%	32%	36%
0,09	9%	13%	14%	15%	17%	18%	19%	20%	20%	21%	22%	23%	23%	24%	25%	26%	26%	27%	28%	29%	29%	30%	32%	33%	34%	35%	39%
0,13	13%	16%	18%	19%	20%	22%	22%	23%	24%	25%	25%	26%	27%	28%	28%	29%	30%	31%	31%	32%	33%	34%	35%	37%	37%	39%	43%
0,16	16%	20%	21%	22%	24%	25%	26%	27%	27%	28%	29%	30%	30%	31%	32%	33%	33%	34%	35%	36%	36%	37%	39%	40%	41%	42%	46%
0,2	20%	23%	25%	26%	27%	29%	29%	30%	31%	32%	32%	33%	34%	35%	35%	36%	37%	38%	38%	39%	40%	41%	42%	44%	44%	46%	50%
0,23	23%	27%	28%	29%	31%	32%	33%	34%	34%	35%	36%	37%	37%	38%	39%	40%	40%	41%	42%	43%	43%	44%	46%	47%	48%	49%	53%
0,27	27%	30%	32%	33%	34%	36%	36%	37%	38%	39%	39%	40%	41%	42%	42%	43%	44%	45%	45%	46%	47%	48%	49%	51%	51%	53%	57%
0,3	30%	34%	35%	36%	38%	39%	40%	41%	41%	42%	43%	44%	44%	45%	46%	47%	47%	48%	49%	50%	50%	51%	53%	54%	55%	56%	60%
0,34	34%	37%	39%	40%	41%	43%	43%	44%	44%	46%	46%	47%	48%	49%	49%	50%	51%	52%	52%	53%	54%	55%	56%	58%	58%	60%	64%
0,37	37%	41%	42%	43%	45%	46%	47%	48%	48%	49%	50%	51%	51%	52%	53%	54%	54%	55%	56%	57%	57%	58%	60%	61%	62%	63%	67%
0,41	41%	44%	46%	47%	48%	50%	50%	51%	52%	53%	53%	54%	55%	56%	56%	57%	58%	59%	59%	60%	61%	62%	63%	65%	65%	67%	71%
0,44	44%	48%	49%	50%	52%	53%	54%	55%	55%	56%	57%	58%	58%	59%	60%	61%	61%	62%	63%	64%	64%	65%	67%	68%	69%	74%	
0,48	48%	51%	53%	54%	55%	57%	57%	58%	59%	60%	60%	61%	62%	63%	63%	64%	65%	66%	66%	67%	68%	69%	70%	72%	72%	74%	78%
0,51	51%	55%	56%	57%	59%	60%	61%	62%	62%	63%	64%	65%	65%	66%	67%	68%	68%	69%	70%	71%	71%	72%	74%	75%	76%	81%	
0,55	55%	58%	60%	61%	62%	64%	64%	65%	66%	67%	67%	68%	69%	70%	70%	71%	72%	73%	73%	74%	75%	76%	77%	79%	79%	85%	
0,58	58%	62%	63%	64%	66%	67%	68%	69%	69%	70%	71%	72%	73%	74%	74%	75%	76%	77%	78%	78%	79%	81%	82%	83%	84%	88%	
0,65	65%	69%	70%	71%	73%	74%	75%	76%	76%	77%	78%	79%	80%	81%	82%	83%	84%	85%	85%	86%	86%	88%	89%	90%	91%	95%	

AVPE - FIA

E. Anexo: Calculo del IEM

Id	Exp.	γ_{Ob}	ϕ_{Rg}	θ_{Pt}	δ_{To}	VPE	α_{VPE}	$\alpha_{VPE} - FIA$	ρ_{It}	γ_{Ex}	σ_{Pa}	VPO	β_{VPO}	$(\alpha_{VPE} - FIA) + \beta_{VPO}$	IEM %
1	LAM5060	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0	0,35	0	0,35	0,105	0,335	33,5%
2	4978	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
3	5318	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
4	5281	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0	0,35	0	0,35	0,105	0,335	33,5%
5	5229	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
6	4741	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
7	LAM5278	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
8	LAM5433	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
9	LAM5121	0	0,3	0	0	0,3	0,21	0,16	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,325	32,5%
10	LAM5353	0,2	0,3	0	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
11	LAM5453	0,2	0,3	0	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
12	5423	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
13	5305	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
14	5342	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
15	LAM5475	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
16	LAM5192	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
17	LAM5297	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
18	4990	0,2	0,3	0,1	0,1	0,7	0,49	0,44	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,665	66,5%
19	LAM0002.11	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
20	LAM0001.11	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
21	5681	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
22	5723	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
23	5684	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
24	5682	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
25	5680	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
26	4970	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
27	5718	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
28	LAM5237	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
29	4971	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
30	LAM5459	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%

112 Diseño de un Índice de Efectividad Para el Análisis de Metodologías Empleadas en la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en Colombia

31	5499	0	0	0,1	0	0,1	0,07	0,02	0	0	0	0	0,02	2,0%	
32	LAM5655	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,395	39,5%	
33	LAM5766	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0,25	1	0,3	0,53	53,0%
34	LAM5505	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
35	LAV 0003-12	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
36	5487	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
37	LAM 5600	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
38	LAM 5669	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
39	LAM5546	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
40	LAM5612	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
41	LAM 5868	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
42	LAM 5814	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
43	LAM5771	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
44	LAM5554	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
45	6061	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
46	LAM 5901	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
47	LAM 5633	0,2	0,3	0,1	0,1	0,7	0,49	0,44	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,605	60,5%
48	LAM 5613	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
49	5950	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
50	LAM 5547	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
51	LAM5984	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
52	LAM5764	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
53	LAM 5790	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
54	LAM5350	0,2	0,3	0	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
55	LAM6084	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
56	LAM5599	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
57	5918	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
58	LAM5815	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
59	LAM5506	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
60	LAV0008-12	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
61	LAM6062	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
62	LAM5787	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
63	LAV0005-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
64	5836	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
65	LAV0004-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
66	5837	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
67	LAM 5387	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
68	LAM6245	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
69	LAM 5838	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
70	LAV0057-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,175	0	0,375	0,1125	0,3425	34,3%
71	LAM 5948	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%

72	LAV0029-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0,25	0,8	0,24	0,47	47,0%
73	LAV0031-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
74	LAM5798	0,2	0,3	0	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
75	LAV0010-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
76	LAV0012-14	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
77	LAV0077-13	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
78	76-13	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,595	59,5%
79	LAV0039-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
80	LAV0041-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
81	LAV0017-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
82	LAV0030-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
83	LAM5558	0,2	0,3	0	0,1	0,6	0,42	0,37	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,595	59,5%
84	LAV0061-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
85	LAM6397	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
86	LAM 6348	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
87	LAV0047-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
88	LAM5175	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
89	LAM 6202	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,175	0	0,375	0,1125	0,4825	48,3%
90	LAV0005-12	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
91	LAV0038-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0,25	0,8	0,24	0,47	47,0%
92	LAV0001-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
93	LAM6425	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
94	LAV0082-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
95	LAM 6347	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
96	LAV0029-14	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
97	LAM 5887	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
98	LAM 5800	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
99	LAM6356	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
100	LAM6301	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
101	LAV0052-14	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
102	LAV0092-13	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,175	0	0,375	0,1125	0,4825	48,3%
103	LAV0084-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
104	LAV0007-12	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
105	LAM 5630	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
106	LAV0014-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
107	LAV0003-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
108	LAV0063-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
109	LAV0069-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,465	46,5%
110	LAM5578	0,4	0,3	0,1	0,1	0,9	0,63	0,58	0,2	0,35	0,25	0,8	0,24	0,82	82,0%
111	LAV0065-13	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
112	LAV0022 —14.	0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,175	0	0,375	0,1125	0,4825	48,3%

114 Diseño de un Índice de Efectividad Para el Análisis de Metodologías Empleadas en la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en Colombia

113	LAV0059-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0,25	0,8	0,24	0,47	47,0%
114	LAV0006-14	0,2	0,3	0	0,1	0,6	0,42	0,37	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,535	53,5%
115	LAM6398	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
116	LAV0054-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
117	LAV0058-13	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
118	0081-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
119	LAM5707	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
120	LAV0047-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
121	LAV0046-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
122	LAV0068-14	0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,35	0,3	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,525	52,5%
123	6174	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
124	LAV0048-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
125	LAV00048-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
126	LAV0011-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,395	39,5%
127	LAV0002-13	0,4	0,3	0,1	0,1	0,9	0,63	0,58	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,745	74,5%
128	LAV0068-13	0,4	0,3	0,1	0,1	0,9	0,63	0,58	0,2	0,35	0	0,55	0,165	0,745	74,5%
129	LAV0049-13	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%
130	LAV0015-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,2	0,35	0,25	0,8	0,24	0,47	47,0%
131	LAV0053-14	0	0,3	0	0,1	0,4	0,28	0,23	0,4	0,35	0	0,75	0,225	0,455	45,5%

Bibliografía

Banco mundial y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (2000). Designing and building a Results-Based Monitoring and evaluation System: a Tool for Public Sector Management. Washington D. C.

Bolea Estevan, M. T. (1984). Las evaluaciones de impacto ambiental (Cuadernos del CIFCA) CIFCA–Madrid.

Canter, L. (1999) Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 2ª edición. Bogotá. McGraw-Hill.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL (2004), Anuario estadístico de América Latina y el Caribe 2003. Santiago, Chile.

Conesa, V. (1995). Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. (3a edición., p. 412). Madrid: Mundi-Prensa Libros.

Cortés, M., & Monroy, G. (1999). Metodología y métodos en el TID. Conferencia presentada en el Congreso sobre el Sistema Modular. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X), México DF. Recuperado de http://www.centrogeo.org.mx/curriculum/germanmonroy/pdf/metodologia_y_metodos_en_el_tid.pdf.

De Camino, G. R., & Muller, S. (1993). Esquema para la definición de indicadores. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales, 38, 164-213. Recuperado de: <http://www.clades.org/r10.htm>.

- Departamento Nacional de Planeación (2009). Guía metodológica para la formulación de indicadores. Editorial Scripto Gomez y Rosales. Bogotá.
- Dickert, T. G. (1974). Methods for environmental impact assessment: A comparison. *Environmental Impact Assessment: Guidelines and Commentary*, 127-143.
- Erazo, E. (1997) Principios y metodologías para la EIA. Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia - MEIACOL. ed. CD-ROM 1.0. Santa Marta.
- Espinoza, G. (2007). Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago-Chile: Banco Interamericano de Desarrollo-BID y Centro de Estudios para el Desarrollo-CED
- Forcada, E. (2000) El impacto ambiental en la agricultura: metodologías y procedimientos. Editorial Analistas económicos de Andalucía. Málaga. 323 p. ISBN: 9788495191342
- Fourez, G. (1994). La construcción del conocimiento científico: Sociología y ética de la ciencia (Vol. 64). Madrid. Narcea Ediciones. ISBN: 84-277-1062-3
- García Valdés, M., & Suárez Marín, M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 253-267.
- Garmendia, A.; Salvador, A.; Crespo, C.; Garmendia, L. (2005) Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid: Pearson educación. ISBN: 84-20-4398-5.
- Hirji, R., and Ortolano, I. (1991). EIA effectiveness and mechanisms of control: case studies of water resources development in Kenya. *International Journal of Water Resources Development* 7(3): 154-167.

- Institute of Medicine - IOM. (2013). Environmental decisions in the face of uncertainty. Washington, DC: The National Academies Press.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. Norma Técnica Colombiana - ISO, N. T. C. 9000 (2005). Sistemas de gestión de la Calidad, fundamentos y vocabulario.
- International Association for Impact Assessment, Institute Of Environmental Assessment – UK. Sadler, B. & Brown, K. (1999). Principles of environmental impact assessment best practice. Fargo, USA.
- Kant, I. (1781) *Crítica de la razón pura*. Trad. de M. Caimi, Buenos Aires. Editorial Colihue, 2007. ISBN 978-950-563-049-3.
- Leu, W. S., Williams, W. P., & Bark, A. W. (1996). Development of an environmental impact assessment evaluation model and its application: Taiwan case study. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(2), 115-133
- Lin F, Lu Y. (1999) Evaluation of the environmental impact assessment system in China. *Res Environ Sci* 12(2):8-11.
- Lockheed, M. E., & Hanushek, E. (1994). Concepts of educational efficiency and effectiveness. Washington DC, the World Bank. (Human Resources Development and Operations Policy Working Papers, 24.).
- Lohani, B., Evans, J.W., Ludwig, H., Everitt, R.R., Carpenter, R., Tu, S.L. (1997). *Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia. Volume 1 - Overview*. 356 pp.
- Maroto, A., Boqué, R., Riu, J., & Rius, X. (2001). Incertidumbre y precisión. *Técnicas de Laboratorio*, 266, 834–837.
- Martínez, L. (2012) *Análisis de la Incertidumbre en los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia desde el Enfoque de los Sistemas Complejos*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

- Martínez, R. (2010) Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente de España (2004) Guía para la elaboración de estudios del medio físico. España. ISBN: 84-8320-286-7
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá, D.C.: Colombia. 72 p.
- Mokate, K. (1999). Eficacia, Eficiencia, Equidad y Sostenibilidad. Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social
- Moliner, María. (1998). Diccionario del uso del español. 2da. Edición. Herederos de María Moliner, Editorial Gredos, S.A.
- Munn, R. E. (1975) Environmental impact assessment: principles and procedures. SCOPE report 5. Toronto. John Wiley & Sons.
- OECD. (1993). OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development
- Ortolano, L., Jenkins, B., & Abracosa, R. P. (1987). Speculations on when and why EIA is effective. *Environmental Impact Assessment Review*, 7(4), 285-292.
- Popper, K. (1980) La lógica de la investigación científica. 5ta edición. Madrid. Editorial Tecnos. ISBN: 84-309-0711-4
- Quintero, U. (1997) Fundación para la Educación Superior, FES. Evaluación de Proyectos Sociales. Construcción de Indicadores, Ingeniería Gráfica: Tercera Edición, Colombia.

- Reinoso, L. (2014) Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental: versión 2013. - 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. ISBN 978-987-29340-4-0
- Sadler, B. (1996). International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment Final report environmental assessment in a changing world: Evaluating Practice to Improve Performance. Canada: Environmental Agency, International Association for Impact Assessment, Minister of Supply and Services Canada. ISBN: 0-662-24702-7. Cat. No.: EN106-37/1996E.
- Sadler, B., & McCabe, M. (2002). Environmental impact assessment training resource manual (Vol. 1). UNEP Division of Technology, Industry and Economics Economics and Trade Branch.
- Sánchez, M. (2012). Análisis de la participación ciudadana en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Sarmiento, F. O., Vera, F., & Juncosa, J. E. (2000). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Editorial Abya Yala.
- Tamayo, M. (1999) La investigación. Serie Aprender a investigar. Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior. Bogotá.
- Taylor, B. N., and C. E. Kuyatt, 1994, Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results, 1994 ed. NIST Tech. Note 1297, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Tennøy, A., Kværner, J., & Gjerstad, K. I. (2006). Uncertainty in environmental impact assessment predictions: The need for better communication and more transparency. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 24(1), 45–56.

- Toro, J. (2009). Análisis constructivo del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia, propuestas de mejora. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada-España.
- Toro, J., Requena, I., & Zamorano, M. (2010). Environmental impact assessment in Colombia: Critical analysis and proposals for improvement. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(4), 247–261. doi:10.1016/j.eiar.2009.09.001
- Tripp, J; Alley, N. (2003). Streamlining NEPA's environmental review process: suggestion for agency reform. *NY Univ Environ Law J* 2003;12:75-110.
- United Nations (1994). Convenio sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en un contexto transfronterizo. Nueva York y Ginebra.
- United Nations. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. New York, FCCC/INFORMAL/84, June 1992. 25p
- Universidad Nacional de Colombia, Oficina Nacional de control Interno. (2012). Índice de efectividad para la evaluación independiente del Sistema de Mejor Gestión. Bogotá
- Warner, M. L. and Bromley, D. W. (1974) *Environmental Impact Analysis: A Review of Three Methodologies*. Water Resources Center. Madison, Wisconsin.
- Wathern, P. (1998). An Introductory guide to EIA. En: Wathern, P. *Environmental impact assessment: theory and practice*. (Editor) London: Biddles Ltd, Guilford and King's Lynn. P. 3-46. ISBN: 0-415-07884-9.
- Wilkins, H. (2003). The need for subjectivity in EIA: discourse as a tool for sustainable development. *Environmental Impact Assessment Review*; 4:401–14.
- Wood, C. M. (2003). *Environmental Impact Assessment: A Comparative Review*. 2nd Edition. London: Prentice Hall. ISBN: 9780582369696