



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Selección y priorización de impactos ambientales de proyectos de desarrollo lineal para su posterior valoración económica - Líneas de Transmisión -

Linda Ivette Berrio Giraldo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Departamento de Geociencias y Medioambiente
Medellín, Colombia
2014

Selección y priorización de impactos ambientales de proyectos de desarrollo lineal para su posterior valoración económica - Líneas de Transmisión -

Linda Ivette Berrio Giraldo
Ingeniera Química

Tesis de grado para optar el título de
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Directora
CLARA INÉS VILLEGAS PALACIO
Ph.D. en Economía

Codirectora
GLORIA PATRICIA JARAMILLO ÁLVAREZ
Ph.D. en Planificación y Gestión de Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Escuela de Geociencias y Medioambiente
Medellín, Colombia
2014

A mis padres que siempre me han apoyado y me han acompañado en todo momento, han hecho de mi la persona que soy hoy en día.

A mi esposo por su apoyo incondicional y el acompañamiento que me brindó durante todo el proceso.

A mi hija, por ser mi razón de lucha.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos a:

Clara Villegas, Ingeniera Civil, Ph.D. en Economía por su apoyo incondicional y dedicación constante en la ejecución de la investigación.

Patricia Jaramillo Álvarez, Ingeniera Civil, Ph.D. en Planificación y Gestión de Recursos Hidráulicos por su motivación, apoyo y dedicación durante la elaboración de la tesis.

ISA S.A. ESP por su apoyo económico y logístico que permitió la realización de este trabajo.

Los profesores de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo por todos los conocimientos impartidos durante este proceso ya que son importantes para mí desarrollo integral como profesional.

A mis compañeros de clase y amigos por los debates que se generaron en clases y el apoyo brindado para la finalización de esta etapa.

RESUMEN

Durante años se ha reconocido al Análisis Costo-Beneficio como una herramienta para la toma de decisiones sobre la realización o no de proyectos de desarrollo. Estos análisis requieren además de la identificación de los impactos positivos y negativos más representativos del proyecto de acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental, su posterior Valoración Económica para así identificar si la implementación de megaproyectos genera ganancias o pérdidas para el bienestar social del país. La Valoración Económica es una tarea compleja y a pesar de que las metodologías están desarrolladas, estas requieren de recursos como información, tiempo y dinero para su aplicación. Es por esto, que en esta investigación se desarrolla una metodología de priorización de impactos ambientales para proyectos de desarrollo en Líneas de Transmisión. Los resultados obtenidos fueron validados con la aplicación de un caso de estudio. Se realizó un análisis de sensibilidad con el fin de observar la variación de los resultados bajo diferentes escenarios.

Palabras Claves: Evaluación de Impacto Ambiental, Valoración Económica, Análisis Multiobjetivo, Proceso Analítico de Jerarquización.

ABSTRACT

For years, we have recognized the cost-benefit analysis as a tool for making decisions about you or not to undertake development projects. These analyzes also require the identification of the most representative positive and negative impacts of the project according to the EIA, its subsequent economic evaluation in order to identify whether the implementation of megaprojects generates gains or losses for the welfare of the country. Economic evaluation is a complex task and although the methodologies are developed, these require resources such as information, time and money to implement. That is why, in this research a methodology for prioritizing environmental impacts for development projects in transmission lines is developed. The results were validated with the implementation of a case study. A sensitivity analysis in order to observe the variation of the results was performed under different scenarios.

Key words: Evaluation of environmental impacts, Economic Valuation, Multiobjective Analysis, Analytic Hierarchy Process.

CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	10
INTRODUCCIÓN	11
1 VALORACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	14
1.1 Métodos de preferencias reveladas	15
1.1.1 Método Costo de Viaje	15
1.1.2 Método de Precios Hedónicos	16
1.1.3 Método del costo evitado	17
1.1.4 Métodos basados en la función de producción	18
1.1.5 Costos por pérdida de la salud.....	18
1.2 Métodos de preferencias declaradas	19
1.2.1 Método de Valoración Contingente.....	19
1.2.2 Método de Experimentos de elección	20
1.3 Método de la transferencia de los valores ambientales.....	22
2 TOMA DE DECISIONES CON MÚLTIPLES OBJETIVOS.....	23
2.1 Métodos ELECTRE (Elimination and Choice Translating Algorithm)	24
2.2 Método de la valoración sobre la tasas de intercambio.....	24
2.3 Proceso Analítico de Jerarquización	25
2.4 Métodos PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)	26
3 MARCO LEGAL SOBRE PROYECTOS DE DESARROLLO	26
3.1 Proyectos de Desarrollo – Líneas de Transmisión-	27
3.2 Licenciamiento Ambiental	28
3.3 Valoración Económica.....	29
4 PROPUESTA METODOLÓGICA.....	30
4.1 Identificación de los impactos ambientales en proyectos de líneas de transmisión	30
4.2 Definición de la información mínima requerida para la valoración económica.....	33
4.3 Identificación de criterios para la jerarquización.....	35
4.4 Definición de la ponderación de los criterios para la priorización de los impactos ambientales	41

4.5	Proceso de análisis multi-objetivo	43
5	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A UN CASO DE ESTUDIO	46
5.1	Descripción del caso de estudio.....	46
5.2	Matriz de pagos.....	48
5.3	Caso de estudio en Expert Choice.....	52
5.4	Resultados.....	55
5.5	Análisis de Sensibilidad	56
5.6	Selección de impactos ambientales para la posterior valoración económica.....	61
6	CONCLUSIONES.....	64
7	BIBLIOGRAFIA.....	66
8	ANEXOS	69
8.1	Definición de los impactos ambientales	69
8.2	Encuesta.....	73
8.3	Caracterización del Encuestado	78
8.4	Impactos ambientales vs Metodologías de Valoración Económica.....	81
8.5	Impactos Ambientales presente en proyectos –Líneas de Transmisión- vs Metodologías de Valoración Económica.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CRITERIOS INICIALES PARA LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA POSTERIOR VALORACIÓN ECONÓMICA.	36
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.	47
FIGURA 3. INGRESO DE OBJETIVO PRINCIPAL, CRITERIOS Y ALTERNATIVAS DEL CASO DE ESTUDIO AL SOFTWARE.	52
FIGURA 4. INGRESO DE LOS INDICADORES DE CADA CRITERIO Y SU ESCALA.	53
FIGURA 5. INGRESO DE LOS RESULTADOS DE LA MATRIZ DE PAGO AL SOFTWARE.	53
FIGURA 6. INGRESO DE LA PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS DE AMBAS CATEGORÍAS.....	54
FIGURA 7. RESULTADO DE LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA POSTERIOR VALORACIÓN ECONÓMICA.	55
FIGURA 8. RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS CON VARIACIÓN EN LA PONDERACIÓN DE LAS CATEGORÍAS PRINCIPALES....	58
FIGURA 9. RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS CON VARIACIÓN EN LA PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS MOMENTO Y PERIODICIDAD.	59
FIGURA 10. RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS CON VARIACIÓN EN LA PONDERACIÓN EN LOS CRITERIOS MOMENTO, PERIODICIDAD Y EFECTO.....	60
FIGURA 11. RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS CON VARIACIÓN EN LA PONDERACIÓN EN EL CRITERIO CALIDAD DE LA INFORMACIÓN.....	60
FIGURA 12. ULTIMO NIVEL DE ESTUDIO ALCANZADO VS NÚMERO DE ENCUESTADOS QUE SEÑALARON LA RESPUESTA.....	78
FIGURA 13. SECTOR EN EL QUE SE DESEMPEÑA VS NÚMERO DE ENCUESTADOS QUE SEÑALARON LA RESPUESTA.....	78
FIGURA 14. EXPERIENCIA REGISTRADA DE LOS EXPERTOS EN EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES VS NÚMERO DE ENCUESTADOS QUE SEÑALARON LA RESPUESTA.	79
FIGURA 15. CANTIDAD DE PROYECTOS REGISTRADOS COMO EXPERIENCIA EN EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR LOS ENCUESTADOS.	79
FIGURA 16. EXPERIENCIA REGISTRADA DE LOS EXPERTOS EN VALORACIÓN ECONÓMICA VS NÚMERO DE ENCUESTADOS QUE SEÑALARON LA RESPUESTA.	80
FIGURA 17. CANTIDAD DE PROYECTOS REGISTRADOS COMO EXPERIENCIA EN VALORACIÓN ECONÓMICA POR LOS ENCUESTADOS.	80

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. NORMATIVA COLOMBIANA RELACIONADA CON LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	27
TABLA 2. NORMATIVA COLOMBIANA SOBRE LICENCIAS AMBIENTALES.	28
TABLA 3. PROYECTOS DE DESARROLLO -LÍNEAS DE TRANSMISIÓN- FACILITADOS POR ISA	31
TABLA 4. IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LOS PROYECTOS FACILITADOS POR ISA	31
TABLA 5. FRECUENCIA DE APARICIÓN DE IMPACTOS EN LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	32
TABLA 6. DEFINICIÓN DE CRITERIOS PROPUESTOS TENIENDO EN CUENTA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.	37
TABLA 7. DEFINICIÓN DE CRITERIOS PROPUESTOS TENIENDO EN CUENTA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES.	38
TABLA 8. CRITERIOS DEFINITIVOS PARA LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA POSTERIOR VALORACIÓN ECONÓMICA.	41
TABLA 9. PESO DE CADA ENCUESTADO DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS REPORTADOS.....	42
TABLA 10. PESO FINAL DE LOS CRITERIOS PARA LA JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	43
TABLA 11. ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE DECISIÓN O PAGO.....	48
TABLA 12. MATRIZ DE PAGO PARA EL CASO DE ESTUDIO (PARTE 1).	50
TABLA 13. MATRIZ DE PAGO PARA EL CASO DE ESTUDIO (PARTE 2).	51
TABLA 14. PATRÓN DE CAMBIOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	57
TABLA 15. DIFERENTES ANÁLISIS DE JERARQUIZACIÓN PARA LA POSTERIOR SELECCIÓN DE IMPACTOS.....	61
TABLA 16. IMPACTOS AMBIENTALES QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL GRUPO DE 50% DE MAYOR IMPORTANCIA.....	62
TABLA 17. LISTA DE IMPACTOS AMBIENTALES PROPUESTOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA CUANDO EL PUNTO DE CORTE ES 60% O 70% PARA EL ANÁLISIS DE SELECCIÓN.....	63
TABLA 18. DEFINICIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE GENERALMENTE SE PRESENTAN EN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN PROYECTO DE DESARROLLO.	69
TABLA 19. IMPACTOS AMBIENTALES VS METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN ECONÓMICA.	81

INTRODUCCIÓN

El Análisis Costo – Beneficio ha sido implementado por años para determinar la viabilidad de proyectos de desarrollo en términos económicos. Hoy en día, este análisis se define como una herramienta para la evaluación de proyectos que permite cuantificar los beneficios netos teniendo en cuenta las pérdidas y ganancias por los cambios generados en el ambiente y bienestar social (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

Para su aplicación, es necesario enumerar y evaluar los beneficios y los costos más representativos de acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental, y compararlos. De esta manera, un megaproyecto puede ser evaluado para determinar si proporciona beneficios económicos netos para la sociedad. Los costos generados son obtenidos de la valoración económica de las afectaciones sobre los flujos de bienes y servicios ambientales impactados (Mendieta, 2001).

La valoración económica de impactos sobre los recursos naturales o de cambios en la calidad ambiental permite obtener un indicador, en unidades monetarias, de cómo el impacto o el cambio en un atributo de un sistema físico/biótico o ecosistema cambia el bienestar social (Castiblanco, 2003). Lo anterior exige una rigurosa y correcta identificación y cuantificación de los potenciales impactos o cambios en la calidad ambiental; es decir, conocer su naturaleza, su magnitud y sus efectos sobre el bienestar social (Mendieta, 2001).

El decreto 2041 de 2014 (Ese decreto deroga al decreto 2820 de 2010), en el Título III Artículo 21 Capítulo II de la normatividad colombiana define *“El Estudio de Impacto Ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto, el cual deberá incluir como mínimo lo siguiente:*

- 1. Información del proyecto, relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto y demás información que se considere pertinente;*
- 2. Caracterización del área de influencia del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico;*
- 3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto; se presenta la información requerida para la solicitud de permisos relacionados con la captación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, levantamiento de veda, emisiones atmosféricas, gestión de residuos sólidos, exploración y explotación de aguas subterráneas.*
- 4. Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos;*
- 5. Zonificación de manejo ambiental, definida para el proyecto, obra o actividad para la cual se identifican las áreas de exclusión, las áreas de intervención con restricciones y las áreas de intervención;*
- 6. Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto;**
- 7. Plan de manejo ambiental del proyecto, expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación;*

8. *Programa de seguimiento y monitoreo, para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico;*
9. *Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto; que incluya la actuación para derrames, incendios, fugas, emisiones y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos;*
10. *Plan de desmantelamiento y abandono, en el que se define el uso final del suelo, las principales medidas de manejo, restauración y reconformación morfológica;*
11. *Plan de inversión del 1%, en el cual se incluyen los elementos y costos considerados para estimar la inversión y la propuesta de proyectos de inversión, cuando la normatividad así lo requiera.”*

El desarrollo de un estudio de valoración económica de un proyecto es un ejercicio riguroso que requiere amplia información para su aplicación. Por esto y por el alcance de los estudios de valoración económica, hacer una valoración de la totalidad de los impactos es una tarea compleja y demandante en recursos como información, tiempo y dinero. Teniendo en cuenta que en general los ejecutores de los proyectos tienen unos tiempos y recursos económicos limitados, es importante establecer una metodología que permita a través de un proceso de priorización, seleccionar un subconjunto de los impactos identificados para su posterior valoración. De hecho, (Lindhjem et al., 2007) aclara que en principio todos los impactos pueden ser valorados, pero en la práctica las prioridades deben realizarse dependiendo del propósito.

Aunque en el Manual Técnico de Evaluación Económica de los Impactos Ambientales en Proyectos que emitió el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, se establece una metodología que permite seleccionar cuáles impactos se deben valorar basándose en criterios como potencialidad del impacto y la capacidad de internalizarse en el Plan de Manejo Ambiental, hay otros criterios asociados no sólo con las características de los impactos ambientales sino con las metodologías de valoración económica que deberían ser tenidos en cuenta a la hora de seleccionar dichos impactos.

Por lo anterior, este trabajo tiene como objetivo principal desarrollar una mejor herramienta que permita la selección y priorización de los impactos ambientales de un proyecto de desarrollo lineal –Líneas de Transmisión- para su posterior valoración económica. Para alcanzar tal fin se plantean como objetivos específicos:

- Seleccionar los impactos ambientales típicos de un proyecto de desarrollo lineal –Líneas de Transmisión- sujeto a licenciamiento ambiental.
- Identificar el tipo de información existente y su alcance en la evaluación de un Impacto Ambiental de un proyecto de desarrollo lineal –Líneas de Transmisión-.
- Identificar la información mínima necesaria para adelantar estudios de valoración económica de impactos ambientales para los impactos típicos.
- Establecer los criterios para la selección del impacto ambiental a evaluar y su ponderación.
- Aplicar la herramienta desarrollada en un caso de estudio.

Los métodos de análisis multi-objetivo se presentan como una herramienta a ser usada para tal priorización, procedimiento que va de la mano con los criterios que se definirán en la ejecución de esta investigación para la jerarquización, además de la importancia que posee cada uno de estos dentro del proceso. Hasta el día de hoy no se evidencian investigaciones con una finalidad similar a la presente

propuesta empleando análisis multi-objetivo para la priorización de impactos ambientales teniendo en cuenta las variables anteriormente mencionadas.

La elaboración de la tesis inició con una revisión y análisis de los temas dentro de los cuales se basa la investigación como es la valoración económica de impactos ambientales y la toma de decisiones con múltiples objetivos. Lo anterior pretendió identificar los aspectos claves para la definición de los criterios y la metodología que se propone para la jerarquización de los impactos ambientales de un proyecto de desarrollo para la posterior valoración económica.

Con base en el análisis de la literatura se elaboraron los dos primeros capítulos, exponiendo de forma general el marco conceptual de las temáticas involucradas que se construyó a partir de la revisión de literatura descrita anteriormente, presentando para los dos temas principales la recopilación de los elementos teóricos y antecedentes, además de los análisis de los avances y las aplicaciones en cada tema. Posteriormente, se revisó y compiló toda la normatividad colombiana donde se enmarca la investigación, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias del Estado Colombiano en cuanto a Licenciamiento Ambiental y Valoración Económica de impactos ambientales.

Una vez desarrollado lo anterior, se construyó la propuesta metodológica que se presenta en el capítulo cuatro. Para el desarrollo de esta parte de la investigación se contó con información suministrada por la Empresa Interconexión Eléctrica S.A I.S.A. quien patrocinó el desarrollo de esta tesis de maestría.

A continuación se realizó una aplicación de la metodología propuesta presentada en el capítulo cinco, usando como caso de estudio el Estudio de Impacto Ambiental en el Proyecto Línea de Transmisión BOLIVAR-EL COPEY-OCAÑA-PRIMAVERA a 500 KV para su posterior valoración económica. El Estudio de Impacto Ambiental de este proyecto se encuentra dentro de los documentos suministrados por la Empresa Interconexión Eléctrica S.A. I.S.A. La priorización arrojó que los impactos que presentaron mayor puntuación, en orden ascendente, son Modificación del uso de suelo, Desestabilización de laderas, Pérdida de cobertura vegetal, Afectación a los accesos y vías y Afectación a cultivos. Además, se efectuó un análisis de sensibilidad con el fin observar la variación que presenta los resultados de la jerarquización en otros escenarios

Finalmente se presenta el capítulo seis las conclusiones encontradas durante el desarrollo de la tesis de maestría y se plantean recomendaciones para futuros proyectos que deseen incorporar aspectos afines a los tratados en el presente trabajo.

1 VALORACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES

La valoración económica permite contar con indicadores que miden la importancia de un ecosistema, bien o servicio ambiental en el bienestar de la sociedad y compararlos con otros componentes del mismo, utilizando un denominador común que es el dinero (Castiblanco, 2003).

Los proyectos de desarrollo afectan los valores asociados con las funciones que cumple el ambiente natural como proveedor de materias primas, receptor de residuos, fuente de amenidades y regulador de procesos que dan sustento a la vida misma (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003). Así mismo el bienestar que los grupos humanos derivan de los bienes y servicios ambientales se ven impactados y afectados por las obras u operaciones del desarrollo. Sin embargo, el valor que las sociedades otorgan a dichos bienes y servicios en la mayoría de los casos no se manifiesta en el mercado lo que conlleva a que estos valores no sean incluidos adecuadamente en la toma de decisiones acerca de su manejo (Azqueta, 1995).

El valor económico del cambio en la calidad ambiental que afecta el bienestar de una sociedad depende de las personas afectadas ya que para ellas el bien ambiental posee un valor, y ese valor puede ser distinto para diferentes personas y colectivos. Según (Azqueta, 1995), la clasificación de los tipos de valor es el siguiente:

- Valores de Uso. Hace referencia al carácter instrumental que, en ocasiones, adquieren los atributos de la naturaleza y que las hace ser cosas útiles. Las personas utilizan los bienes ambientales, y se ven afectadas por cualquier cambio que ocurra con respecto a la calidad, existencia o accesibilidad de los mismos. Asimismo, se puede distinguir:
 - Valor de Uso Directo.
 - Valor de Uso Indirecto.
 - Valor de Opción.

- Valores de No Uso. Hace referencia a un valor no ligado a la utilización, consuntivo o no consuntivo, presente o futuro de un bien. De igual forma se puede catalogar en:
 - Valor por benevolencia. El bien se valora porque se considera que quienes lo hacen: una muestra de altruismo local y paternalista.
 - Valor por simpatía.
 - Valor por herencia. El deseo de preservar un determinado bien para su disfrute por parte de las generaciones futuras.
 - Valor simbólico. El valor que puede llegar a tener un determinado bien ambiental, o recurso natural, como parte de la identidad cultural de un colectivo.
 - Valor de existencia. La creencia en el derecho a la existencia de otras formas de vida, incluyendo por tanto a animales, plantas o ecosistemas.

Para esta valoración existen unos métodos que intentan descubrir la importancia que se concede a los beneficios que se derivan de los servicios que provee el ambiente. Estas metodologías se clasifican en dos

ramas dependiendo de la forma en que se estudia el comportamiento de un bien ambiental ante un cambio: preferencias reveladas y preferencias declaradas.

1.1 MÉTODOS DE PREFERENCIAS REVELADAS

También conocidos como métodos de valoración indirectos, en donde el propósito principal es buscar mercados relacionados o sustitutos en la que está implícitamente el bien ambiental que se está analizando. La información obtenida de la conducta observada en los mercados relacionados es utilizada para estimar la disposición a pagar (DAP), que representa la valoración del individuo o los beneficios derivados del recurso ambiental (Birol, Karousakis, & Koundouri, 2006). Algunos de los métodos que se utilizan en esta clasificación son el costo de viaje, precios hedónicos, costo evitado y función de producción.

1.1.1 Método Costo de Viaje

Se utiliza para estimar los valores de uso asociados a los ecosistemas o de los sitios que se utilizan para la recreación a los cuales la gente viaja para la caza, la pesca, el senderismo, o ver la vida silvestre, que brindan servicios de recreación y esparcimiento a las familias. La premisa básica de este método es que el tiempo y los gastos de viaje que incurren las personas para visitar un sitio representa el "precio" de acceso al sitio (Birol et al., 2006) (Vasquez, Cerda, & Orrego, 2007b). Dado que el uso de la calidad ambiental para la recreación y la diversión no posee un mercado definido que permita obtener información sobre los precios o cantidades demandadas, la valoración se realiza indirectamente a través de mercados relacionados como el del transporte. Un ejemplo son las áreas recreativas que atraen a los visitantes lejanos cuyo valor incluido en dicha área debe ser por lo menos lo que estaban dispuestos a pagar para viajar a la misma (de Groot, Wilson, & Boumans, 2002).

Los objetivos teóricos de la metodología son¹ :

- Estimar el valor de uso del bien, partiendo del hecho de que una persona que visite un cierto lugar percibe un beneficio al consumir algunas de las características ambientales que allí encuentra y que es igual al costo de viaje, de forma tal que se puede estimar con cierta precisión y confiabilidad.
- Determinar el valor económico que la sociedad asigna a un recurso natural como consecuencia de cambios en el bienestar, debido a deterioros o mejoras de la calidad ambiental del recurso.

De igual forma, los supuestos teóricos de la metodología son:

- El visitante maximiza su utilidad sujeto a las restricciones de ingreso y de tiempo.
- No existen lugares sustitutos con características naturales similares. Cada viaje de recreación persigue un solo propósito (Castiblanco, 2003).
- Existe un costo de oportunidad del tiempo dedicado a la recreación.

¹ Tomado del Curso de Valoración Económica del medio ambiente de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Agosto 2014.

- El tiempo de trabajo o el tiempo de permanencia en el lugar es de libre elección y es el mismo para todos.
- Los visitantes reaccionan de igual manera ante un incremento del costo de viaje, que ante un aumento en el precio de entrada al lugar.
- Existe complementariedad débil entre la calidad ambiental (Q) y la demanda por visitas, reflejándose una relación no decreciente entre ambos bienes. De esta forma, el excedente del consumidor es una buena medida de la variación compensada.

Algunos autores han utilizado esta metodología para evaluar ecosistemas o sitios similares como es el caso de *Gurluk, S., et al* (Gurluk, S., Rehber, 2008) que utilizaron el método de costo de viaje para estimar la demanda de recreación para un Parque Nacional ubicado en el Lago Manyas, Turquía; lugar con gran importancia para la observación de especies de aves en peligro de extinción. Los autores encontraron que el valor recreativo del parque estaba alrededor de 103 millones de dólares anuales, resultado que ayuda a la resolución de conflictos ambientales debido a las necesidades de diversas partes interesadas. Ellos concluyen que el valor calculado es considerablemente mayor que los gastos anuales de inversión y operación del parque y que la sostenibilidad de las especies importantes de todo el lago se puede lograr si los habitantes de la región son compensados por los visitantes del parque.

Asimismo, *Anderson, D.* (Anderson, 2010) aplicó esta técnica para estimar la demanda de escalada en hielo en Hyalite Canyon, Ubicado en Montana –América del Norte; debido a que el acceso a este sitio y a otros que permitan dicho uso están en riesgos debido a temas de responsabilidad, manejo del suelo y condiciones invernales de carretera. El estudio maneja métodos econométricos que permitan manipular con el exceso de ceros en la recolección de datos. El investigador concluye que el valor recreativo del lugar está en el rango de \$76 a \$ 135 dólares por persona de acuerdo al modelo aplicado.

Fleming, C., et al (Fleming & Cook, 2008) emplearon el método de costo de viaje con el fin de estimar el valor de uso recreativo del Lago Mackenzie, ubicado en Fraser Island por residentes y otros visitantes, debido a que este es uno de los destinos más usados y populares de todo los espacios del Fraser Island y muchos consideran que el nivel de visitas es insostenible, por lo tanto la autoridad ambiental considera una serie de opciones de gestión para hacerle frente el problema.

1.1.2 Método de Precios Hedónicos

El método de precios hedónicos establece una relación entre el precio de un bien heterogéneo y las características diferenciadoras que él contiene. La demanda de servicios puede estar reflejado en los precios que la gente va a pagar por los bienes asociados, un ejemplo es que los precios de vivienda en las playas suelen superar los precios de las casas idénticas cerca de paisaje menos atractivo (de Groot et al., 2002).

Los objetivos teóricos del método son:

- Los precios hedónicos intentan descubrir todos los atributos de un bien que explican su precio, a la vez que se desea discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de los atributos.
- Determinar los precios implícitos de cada característica o atributo permite obtener la disposición marginal a pagar (DMAP) por una unidad adicional del atributo.

Asimismo, los supuestos teóricos del método son:

- El consumidor maximiza su utilidad sujeto a la restricción del ingreso.
- Existe un mercado competitivo, donde oferentes y demandantes del bien se ponen de acuerdo en una transacción.
- El precio de mercado reflejará el vector de atributos y éste será una relación razonable constante, que dependerá del número de compradores y vendedores y de sus características.
- Supuesto de la movilidad: para que el método tenga validez y el mercado permita inferir los precios hedónicos con alguna fiabilidad, es esencial el supuesto de la movilidad de las personas dentro del mercado analizado.
- Existe complementariedad débil entre el bien privado y sus características o atributos.

Algunos autores han utilizados este método con el fin de observar el comportamiento del precio de bienes de acuerdo a unos valores asociados a los servicios que ofrecen los ecosistemas como es el caso de *Sander, H., et al* (Sander & Haight, 2012) valoraron los servicios de calidad estética del paisaje, el acceso a la recreación al aire libre y las ventajas de la cobertura arbórea, entre otros en el Condado de Dakota, Minnesota, Estados Unidos. Sus resultados indican que los aspectos del entorno estético, área de visualización total, zonas con presencia de césped y agua, el acceso a las áreas de recreación al aire libre influyeron de manera positiva los precios de venta de las casas, en cambio las zonas con superficies impermeables afectan negativamente estos precios. Ellos concluyen que esta metodología permite identificar los valores parciales de los servicios ecosistémicos ofreciendo información relevante para la planificación local y regional.

Panduro, T., et al (Panduro & Veie, 2013) propusieron una clasificación de los espacios verdes en ocho tipos diferentes con el fin de cuantificar su impacto en los precios de las viviendas en la ciudad de Aalborg, Dinamarca utilizando la metodología de los precios hedónicos. La clasificación la realizaron de forma manual, en la que cada espacio verde se catalogó de acuerdo a la accesibilidad, los niveles de mantenimiento y el uso negativo de terrenos vecinos. Estos autores encontraron que los tipos de espacios verdes que son altamente clasificados en términos de nivel de accesibilidad y mantenimiento, tienen altos precios mientras que los tipos con bajas puntuaciones no son identificados o proporcionan resultados ambiguos. De acuerdo a sus resultados, ellos afirman que el espacio verde no es equipamiento ambiental uniforme, sino más bien un conjunto de bienes distintos con efectos muy diferente sobre el precio de la vivienda.

1.1.3 Método del costo evitado

Representa los servicios que permiten a la sociedad evitar los costos que se habría incurrido en la falta de estos mismos servicios (de Groot et al., 2002). El método del costo del daño evitado usa el valor de la protección a la propiedad o el coste de las acciones tomadas para evitar daño como una medida de los beneficios proporcionados por un ecosistema (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003). Dos ejemplos de ello son el control de inundaciones y tratamiento de residuos en los humedales.

“Este método no proporciona medidas de los valores económicos que se basan en la voluntad de los individuos a pagar por un producto o servicio. En su lugar, asumen que los costos de evitar daños o la sustitución de ecosistemas o sus servicios, proporcionan estimaciones útiles del valor de estos ecosistemas o servicios. Esto se basa en el supuesto que si las personas incurren en gastos para evitar los daños a los servicios de los ecosistemas, o para sustituir a los servicios de los ecosistemas, dichos servicios deben valer al menos lo que la gente paga para reemplazarlos” (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

1.1.4 Métodos basados en la función de producción

La calidad de los bienes y/o servicios ambientales determina los niveles y cambios en la productividad de otros bienes de carácter mercadeable. Estos cambios en productividad generados a raíz de cambios en la calidad ambiental, se traducen en una pérdida de valor o ganancias en la producción (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.). Algunos ejemplos de estos son la calidad del agua de un río destinada a riego afecta la productividad agrícola de las tierras irrigadas, la erosión del suelo también afectar la productividad agrícola, la calidad del agua puede afectar los costos de producción de procesos industriales, entre otros.

Los cambios pueden ser valorados usando precios económicos normales o corregidos, cuando existan distorsiones en el mercado. Este método está basado en la economía del bienestar neoclásico. Los costos y beneficios de una acción son contabilizados ya sea que ocurran dentro de la frontera o contexto del proyecto o fuera de él (Machín & Casas, 2006).

Este método resulta apropiado cuando se puede establecer una relación entre los distintos niveles de daño ambiental y los costos o cantidades producidas de un bien o servicio. Con este método se busca estimar económicamente los daños ambientales mediante una aproximación de sus efectos sobre los costos o niveles de producción de un bien o servicio.

Alvarez, A., et al (Alvarez, Casimiro, & Zekri, 1994) utilizaron esta metodología con el fin de comparar las practicas convencionales de no conservación del suelo con las prácticas de conservación tomando como caso de estudio a España. Para esto determinaron el valor presente del flujo de ingreso neto perdido de mantener prácticas de labranza convencional en lugar de la adopción de técnicas de laboreo reducido (sistema de siembra directa). Sus resultados indicaron la rentabilidad de la labranza de conservación para las condiciones de cultivo de la zona.

1.1.5 Costos por pérdida de la salud

Los cambios en el medio ambiente pueden afectar la salud del ser humano en una amplia variedad de formas. Por ejemplo, cambios en la frecuencia de la enfermedad, incremento en la presencia de síntomas o aumento en el riesgo de contraer una enfermedad y muerte prematura. Así mismo, pueden presentarse efectos positivos sobre la disminución del riesgo de contraer una enfermedad y/o aumentar la expectativa de vida de la población (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

Las medidas para valorar los cambios en la salud humana, son:

- Morbilidad: entendida como el cambio en la probabilidad de una persona de adquirir una enfermedad.

- Mortalidad: entendida como el cambio en la probabilidad de morir a una edad determinada.

La valoración de la morbilidad a través del enfoque de costo de la enfermedad estima la variación de los gastos incurridos por los individuos como resultado de un cambio en la incidencia de una enfermedad en particular. Tanto los costos directos (por ejemplo, los costos de las visitas al médico, los costos de tratamiento, etc.) y los costos indirectos (por ejemplo, salarios) se incluyen en la estimación (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

El enfoque de capital humano relaciona los cambios en la productividad de los seres humanos ocasionada por la muerte prematura o incremento de la expectativa de vida de las personas. Las estimaciones del valor se obtienen mediante el cálculo del valor presente descontado de las ganancias de por vida de un individuo, para el caso de muerte prematura. Los supuestos que maneja este enfoque, son: a) El valor de un individuo es lo que produce, y b) La productividad de un individuo está basada en sus ganancias (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

Los objetivos teóricos del método son (Mendieta, 2001):

- Cuantificar los costos de la morbilidad asociada a los cambios en la calidad ambiental generada por un megaproyecto.
- Cuantificar el costo de la mortalidad asociada a los cambios en la calidad ambiental generada por un megaproyecto.

Esta metodología es útil aplicarla cuando se presenten cambios en la calidad ambiental (recurso hídrico, aire, ruido, olores, etc.), que tenga incidencia sobre la salud de la población (ya sea, aumentos en la morbilidad y/o en la mortalidad), y que se deriven del desarrollo de operaciones de un megaproyecto económico.

1.2 MÉTODOS DE PREFERENCIAS DECLARADAS

También llamados métodos directos de valoración, se han desarrollado para resolver el problema de la valoración de los recursos ambientales que no se negocian en un mercado. Además de su capacidad de estimar los valores de uso de cualquier bien ambiental, la característica más importante de estos métodos basados en encuestas es que se pueden estimar los valores de no uso, permitiendo la estimación de cada componente del Valor Económico Total (VET) (Birol et al., 2006). Algunos de los métodos que se utilizan en esta clasificación son la valoración contingente y los experimentos de elección.

1.2.1 Método de Valoración Contingente

El propósito del método de valoración contingente es obtener preferencias de los individuos, en términos monetarios, en cuanto a los cambios en cantidad o calidad de los recursos ambientales no mercadeables (Birol et al., 2006). *Vasquez, F., et al* (Vasquez, Cerda, & Orrego, 2007a) también se refieren como al modelo hipotético debido a la forma en que los investigadores obtienen el valor económico que los individuos le asignan a un bien. Estos autores explican que el procedimiento estándar consiste en el diseño de un cuestionario en el que se describe a los entrevistados un determinado bien ambiental. Así mismo, se construye un escenario donde se provee el bien por valorar, definiendo claramente las distintas alternativas y los derechos de propiedad. Un ejemplo del método es que por medio de una encuesta se puede preguntar a los entrevistados su disposición a pagar por aumentar el nivel de calidad del agua de

una corriente, lago o río para que puedan disfrutar de actividades como la natación, la navegación o la pesca (de Groot et al., 2002).

Los objetivos teóricos del método son:

- Evaluar los beneficios y/o los costos de proyectos que generan impactos sobre bienes o servicios ambientales que no tienen un mercado definido.
- Estimar la disposición a pagar (DAP) o la disposición a aceptar (DAA), como una aproximación de la variación compensada (VC), o la variación equivalente (VE), respectivamente, con base en la percepción del beneficio o daño por parte del individuo que valora.

Asimismo, los supuestos teóricos del método son:

- Los individuos maximizan su utilidad dada una restricción de presupuesto representada por el ingreso disponible.
- El comportamiento del individuo en el mercado hipotético es equivalente a un mercado real.
- El individuo posee completa información sobre los beneficios que el bien o servicio que lo generan.

Muchos autores aplican esta metodologías, algunos de estos son *Tao, Z. et al* (Tao, Yan, & Zhan, 2012) que estimaron el valor económico de los servicios forestales en una area de deforestación-reforestación en la cuenca Heshui en la provincia de Jiangxi, China. Los servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas forestales restaurados en Heshui incluyeron suministro de bienes básicos, la conservación del agua del suelo, regulación del clima, purificación del medioambiente y hábitats biológicos. La encuesta la realizaron a 200 familias, en donde les plantearon la situación actual y un escenario hipotético para solicitar su disposición a pagar para restaurar y proteger el bosque en esta zona. Ellos encontraron que los hogares tienen una disponibilidad a pagar (DAP) de 238 yuanes por año.

Jianjun, J., et al (Jianjun, Chong, & Lun, 2013) utilizaron la valoración contingente para estimar la disposición del público a pagar para la protección de la tierra cultivada en la ciudad de Wenling, China. Los autores realizaron una encuesta añeatoria utilizando hogares urbanos y rurales. Los resultados de esta encuesta indicaron que la protección de la tierra cultivada es importante para el público local y la disponibilidad a pagar (DAP) media para la protección de estos terrenos fue de 26,99 yuanes (3.96 USD) por hogar por mes durante 10 años. Los beneficios totales encontrados de la protección de las tierras cultivadas la estimaron en 24 millones de yuanes (3,5 millones de USD).

1.2.2 Método de Experimentos de elección

El método de experimentos también llamado Conjoint es similar a la metodología de valoración contingente, debido a que puede ser utilizado para calcular el valor económico total de cualquier bien o servicio ambiental, mediante el diseño de un mercado hipotético, a partir del cual los individuos toman decisiones. Sin embargo, la diferencia entre estas metodologías radica en que el primero no pide directamente a las personas que expresen sus valores en términos monetarios. Por el contrario, los

valores son deducidos de las opciones hipotéticas o las elecciones que las personas hacen (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

El método consiste en presentar a la persona entrevistada una colección de alternativas, y pedirle que las ordene de más o menos preferida. Estas alternativas se componen, generalmente, de una combinación de calidad ambiental y un precio que habría que pagar para conseguirla (Azqueta, 1995).

Los objetivos teóricos del método son:

- Valorar económicamente bienes y servicios ambientales.
- Obtener una disponibilidad a pagar (DAP) como medida de la valoración compensada que exprese el cambio en el bienestar de los individuos por un cambio en los niveles de los atributos ambientales evaluados.
- Obtener valores parciales de los atributos que componen el bien ambiental.

De igual forma, los supuestos teóricos del método son:

- La utilidad de los individuos es fuertemente separable entre el bien ambiental y los bienes de mercado.
- La regla de la composición que es la que permite expresar la estructura de las preferencias, es decir, el orden en que un consumidor clasifica los posibles bienes que puede obtener en la economía, de modo que le generen el mayor grado de utilidad posible.
- Los individuos son racionales y buscan maximizar su función de utilidad sujeta a su restricción de presupuesto.
- El individuo conoce perfectamente las ganancias o pérdidas en bienestar que obtendrá con cada uno de los perfiles hipotéticos.
- El comportamiento del individuo en el mercado hipotético es igual a su comportamiento en el mercado real.

Algunos autores han utilizado este método como es el caso de *De Valck, J., et al* (De Valck et al., 2014) en donde aplicaron el experimento de elección para evaluar la conversión de plantaciones forestales existente en Flandes, Bélgica en áreas naturales para cumplir con los requisitos de la Unión Europea acerca de la restauración de la naturaleza y satisfacer la creciente demanda de ocio y espacio de esparcimiento. Por lo tanto, investigaron las preferencias de los escenarios de restauración de la naturaleza que impliquen la conversión de los bosques. Ellos encontraron que, aunque en general la población afectada prefiere el tipo de hábitat forestal, existe un apoyo público para la conversión de las plantaciones forestales si contribuye al aumento de la diversidad del paisaje y la riqueza de especies, pero si esta conversión se realiza de forma escalada para contribuir a la regeneración natural y permitir que las especies actuales se adapten a la modificación del paisaje.

1.3 MÉTODO DE LA TRANSFERENCIA DE LOS VALORES AMBIENTALES

El método de la transferencia de valores ambientales, también conocido como el Método de Transferencia de Beneficios, no es una técnica en sí misma como las metodologías tradicionales de valoración económica sino que consiste en la utilización de los valores monetarios de bienes ambientales estimados en un contexto determinado para evaluar los beneficios de un bien similar bajo un contexto distinto, del cual se desconoce su valor (Desvouges, Naughton, & Parsons, 1992).

Según *Brookshire, et al.* (Brookshire & Neil, 1992) , la transferencia de beneficios puede ser dividido en tres tipos principales:

- La transferencia de valores fijos. Los beneficios totales del sitio donde se va a establecer la política se estiman tomando los valores por unidad promedio provenientes de los datos de un sitio de estudio. Por ejemplo: los beneficios totales de pescar en un sitio, donde se va a establecer una política, pueden estimarse por la multiplicación de algún valor promedio por día de pesca, en un sitio de estudio, con el total de los días de dicha actividad en el sitio de la política (Osorio Munera, 2006).
- Juicio de especialista. En este método los beneficios totales del sitio donde se va a establecer la política se estiman tomando los valores por unidad provenientes de un juicio de especialista o de un proceso de opinión. Los valores a transferir pueden ser derivados a partir de la evidencia empírica en la literatura, por opiniones de expertos o por selección política (Osorio Munera, 2006). Según *Rosenberger, et al* (Rosenberger & Loomis, 2003) esta forma de selección es sesgada y tiende a sobrestimar los valores.
- Transferencia de funciones. Tal método consiste en transferir funciones o modelos estadísticos que definen la relación entre vectores de datos coleccionados en un sitio de estudio. Es decir, los modelos estimados provenientes desde un sitio de estudio son usados con datos de variables explicatorias recogidos en el sitio donde se va a establecer la política para estimar el valor por unidad y el valor total del sitio de la política (Osorio, 2006).

La transferencia de beneficios es indicada cuando los fondos, tiempo o personal son insuficientes para emprender un nuevo estudio con calidad, el sitio a estudiar es similar al sitio de referencia estudiado, los problemas son similares en los dos casos, y los procedimientos de valoración originales son teóricamente legítimos (OECD, 1995).

La literatura refleja que la transferencia de beneficios ha estado atravesando por un periodo de maduración con el desarrollo de un marco conceptual distinto y con la innovación de métodos estadísticos para el control de errores y prejuicios, *Wilson, et al* (Wilson & Hoehn, 2006) recuerdan que esta transferencia de beneficios sigue dependiendo de la calidad de los estudios originales y que además la realización de esta no es factible cuando no existen estudios con datos empíricos o en su defecto cuando estos estudios no se encuentran bien diseñados y reportados.

2 TOMA DE DECISIONES CON MÚLTIPLES OBJETIVOS

El análisis multi-objetivo es requerido para describir, evaluar, jerarquizar, seleccionar o rechazar objetos, con base en una evaluación expresada por puntuaciones, valores o intensidades de preferencias de acuerdos a diversos criterios (Red Iberoamericana de Evaluación y Decisión Multicriterio, 2006). Los criterios o atributos, son los puntos de vista considerados relevantes para el análisis y/o resolución de un problema, los cuales constituyen la base para la toma de decisiones que puede ser medida y evaluada. En el planteo de la matriz de decisión o en la caracterización de un problema, la identificación de los criterios pertinentes al mismo es de gran importancia para el logro de los objetivos. La forma en que puede ser medido o caracterizado el criterio también es un aspecto de gran importancia ya que de ello dependerá en gran parte el resultado final del proceso de evaluación (Bastidas, 2010).

Existen diversos métodos de análisis multi-objetivo los cuales, de acuerdo a (Smith et al., 2000) pueden ser clasificados en dos grupos:

- Métodos que generan un conjunto de soluciones no dominadas. Estas técnicas identifican por diferentes procedimientos, un conjunto discreto y preferiblemente pequeño de soluciones factibles, eficientes o no dominadas. En estos métodos no usan las preferencias del decisor. Los más conocidos de este grupo son el Método de las Ponderaciones, Métodos de las restricciones, Métodos lineal multi-objetivo de Philips, Métodos lineal multi-objetivo de Zeleny.
- Métodos que articulan la estructura de preferencias del decisor. Estas metodologías intentan definir una solución o conjunto de soluciones eficientes más reducidos que el conjunto obtenido por los métodos mencionados anteriormente. Estos consideran las preferencias del decisor. Consisten en procesos de clasificación más estrictos que los que exigen la sola condición de no dominancia. De acuerdo con este enfoque, los diferentes métodos se catalogan en cinco grupos: de clasificación, de distancia, de utilidad, de dirección y combinación de estas.

Teniendo en cuenta que el propósito de esta investigación fue realizar una jerarquización de impactos ambientales para la posterior valoración económica, los métodos de clasificación fueron los indicados para emplearse ya que estas técnicas usan relaciones denominadas de mejor rango entre un conjunto discreto de alternativas para seleccionar la alternativa más satisfactoria para el decisor. Una relación de mejor rango representa el ordenamiento preferencial de un conjunto finito de alternativas.

En estos métodos, los parámetros que permiten establecer las relaciones de mejor rango entre alternativas constituyen la estructura de preferencias del decisor, y usando esas alternativas se define un conjunto de soluciones más reducidas que el conjunto no dominado.

Algunos de los métodos de clasificación son ELECTRE I, II, III y IV, el método de Valoración de las preferencias sobre las tasas de Intercambio, los Procesos Analíticos de Jerarquización, la clasificación Conjuntiva, el Método de exclusión y los métodos PROMETHEE I, II y III. Estos métodos fueron estudiados y analizados para la escogencia de la técnica que luego se aplicó en la investigación.

2.1 MÉTODOS ELECTRE (ELIMINATION AND CHOICE TRANSLATING ALGORITHM)

Estos métodos eligen una alternativa de entre un conjunto de alternativas no dominadas, o las ordena de mejor o peor basados en ciertas expresiones de preferencias del decisor. Los métodos ELECTRE más destacados son los métodos ELECTRE I, II, III y IV . Estos son muy similares en sus estructuras, aunque presentan importantes diferencias.

- Método ELECTRE I. Fue desarrollado inicialmente por Banayoun (1966) y mejorado por Roy (1971). El método define un subconjunto de las mejores soluciones a partir del conjunto inicial de soluciones no dominadas. El decisor debe escoger finalmente de este conjunto cuál es la solución por implementar. La definición de este conjunto más restringido se hace a partir de una relación binaria R denominada relación de mejor rango.
- Método ELECTRE II. Esta técnica es una extensión del ELECTRE I y fue desarrollado por Roy (1968, 1971) y Roy y Bertier (1971). El método logra un ordenamiento completo de alternativas no inferiores usando igualmente las relaciones de mejor rango. Sin embargo, en este caso existen varios niveles de concordancia y discordancia que son usados para construir dos relaciones de mejor rango, una relación fuerte y una débil. Con estas relaciones se construyen los gráficos de relación fuerte y débil a partir de los cuales se logra obtener la clasificación total de las alternativas.
- Método ELECTRE III. Este método es una extensión de ELECTRE I y II. Fue también concebido por Roy para solucionar ciertas deficiencias detectadas en ELECTRE I y II. El método se basa en los conceptos de concordancia y discordancia, pero trata de describir el comportamiento racional del decisor, incorporando la naturaleza difusa del proceso subjetivo de la decisión. El ELECTRE III introduce el concepto de umbral difuso de indiferencia para redefinir las relaciones de preferencia.
- Método ELECTRE IV. En esta metodología los criterios son evaluados de acuerdo con métricas determinadas por el decisor. Los rangos recomendados para estas métricas son entre 0 y 10 y deben incluir para cada nivel lo que sería una clasificación fuerte y una débil. Una vez que se obtiene la matriz de alternativas-criterios evaluada en sus unidades originales, se puede entonces transformar a las unidades de las métricas propuestas. Esta evaluación produce una matriz de impacto para las alternativas disponibles. Las alternativas son inicialmente comparadas por pesos con respecto a cada criterio y de acuerdo a las métricas utilizadas. De esta comparación se establece preferencia estricta, débil o indiferencia entre alternativas con respecto a cada criterio. Una vez finalizada la comparación de alternativas por pares con respecto a cada criterio, se hace la comparación de las alternativas por pares según todos los criterios. Una vez realizadas las comparaciones entre alternativas se puede hacer una tabla donde se muestra para cada alternativa que otras alternativas sobreclasifica fuerte o débilmente. A partir de esta tabla se puede realizar la clasificación y ordenamiento de alternativas.

2.2 MÉTODO DE LA VALORACIÓN SOBRE LAS TASAS DE INTERCAMBIO

El método de la valoración sobre las tasas de intercambio, es uno de los métodos más conocidos y aplicados (Smith et al., 2000). Los métodos interactivos obtienen información del decisor en forma progresiva, intercambiando información entre decisor y modelo.

La técnica de la valoración sobre las tasas de intercambio fue desarrollado por Haimés y Hall (1974) y está basado en el método de las restricciones. El método propone soluciones obtenidas en forma similar al método de las restricciones, pero ahora señala los intercambios entre una solución generada y la siguiente al respecto a los valores de un par de objetivos, uno incorporado como función objetivo y el otro incorporado al conjunto de restricciones, con el fin de que el decisor valore, según sus preferencias esos intercambios.

Este método identifica implícitamente la función de utilidad multiobjetivo del decisor, suponiendo que es más fácil para él expresarla en forma indirectas, determinando cuales son las tasas de intercambios aceptables. Una condición del método es que las funciones objetivos sean diferenciables.

2.3 PROCESO ANALÍTICO DE JERARQUIZACIÓN

El proceso analítico de jerarquización (AHP, por sus siglas en inglés) es una de las herramientas más populares de la toma de decisiones multicriterio para la formulación y análisis de decisiones, en donde la aplicación de este método involucra principalmente 4 etapas: (I) Estructuración del problema de decisión en un modelo de jerarquización, (II) Hacer comparación por pares y obtención de la matriz de juicios, (III) Pesos locales y consistencia en la comparación y (IV) Agregación de los pesos a través de varios niveles con el fin de conseguir los pesos finales de las alternativas.

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty en 1980 y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante construcción de un modelo jerárquico, que le permite al agente decisor estructurar el problema en forma visual.

Estos AHP poseen una gran variedad de aplicaciones en especial en el área de gestión de operaciones. En *Subramanian, N., et al* (Subramanian & Ramanathan, 2012) categorizan dichas aplicaciones en 5 temas. Uno de estos es el diseño de productos y procesos, el cual aborda áreas de planificación de productos, provisión, gestión de calidad, medición y mejoramiento de los rendimientos de los productos o empresas de servicios, diseño de instalaciones y capacidades de gestión.

Un ejemplo de este es *Konidari, P., et al* (Konidari, P., Maviakis, 2007) presenta un sistema integrado de métodos de análisis multicriterio para la evaluación cuantitativa de los instrumentos de política de mitigación del cambio climático. Además, citan los argumentos a favor de la combinación seleccionada de los métodos y ensayan consistencia y robustez de cada uno. La funcionalidad del método que proponen lo prueba mediante la evaluación de las actuaciones globales del régimen de comercio de emisiones de la Unión Europea.

Contreras, F., et al (Contreras, Hanaki, Aramaki, & Connors, 2008) combinan el proceso analítico de jerarquización (AHP) y evaluación del ciclo de vida como herramienta de apoyo a las decisiones de gestión de los residuos sólidos urbanos. Los autores utilizaron esta metodología para incorporar la importancia relativa de las diferentes categorías de impactos y planes de tratamiento en el esquema de decisión con respecto a las preferencias del grupo de interés.

Arslan, O. (Arslan, 2009) examina las prioridades de las precauciones que se deben tomar en los buques que transportan químicos antes, durante y después de las operaciones de carga. El autor utiliza el AHP para priorizar las precauciones con el fin de aclarar la opción de identificación de riesgos que se utiliza para un enfoque proactivo para prevenir siniestros marítimos.

2.4 MÉTODOS PROMETHEE (PREFERENCE RANKING ORGANIZATION METHOD FOR ENRICHMENT EVALUATIONS)

Los métodos PROMETHEE fueron propuestos por primera vez en el año 1982 por J.P. Brans. Desde entonces se han realizado numerosos desarrollos y adaptaciones complementarias a dichos métodos.

Los métodos PROMETHEE ayudan al decisor tanto en problemas de elección como en problemas de clasificación y se basan en tres etapas :

- Enriquecimiento de la estructura de preferencia.
- Enriquecimiento de la relación de dominancia.
- Ayuda a la decisión.

La ventaja de los Métodos PROMETHEE frente a otros es que requiere información adicional muy clara y precisa, que puede ser obtenida por el decisor con la permanente y activa colaboración del analista.

La información adicional requerida por los Métodos PROMETHEE consiste en:

- Información entre los distintos criterios (intercriterios)
- Información propia de cada criterio (intracriterios)

La información entre los distintos criterios consiste en el establecimiento de pesos o ponderaciones que reflejen la importancia relativa de cada uno de ellos.

El procedimiento PROMETHEE está basado en comparaciones por parejas. Los criterios de preferencia agregados y los flujos de sobre-clasificación son claves en esta metodología . Algunos de los métodos PROMETHEE son el I, II y el III, los cuales se presentarán a continuación.

- Método PROMETHEE I. Esta técnica construye un ordenamiento parcial a partir de la intersección de dos preórdenes y se tienen en cuenta las preferencias, indiferencias o la incomparabilidad entre las acciones. Con este método algunas acciones permanecen incomparables, por lo cual solo las preferencias establecidas sólidamente y confirmadas por los dos flujos de superación son presentadas al decisor.
- Método PROMETHEE II. Este método permite obtener un ordenamiento completo de las alternativas, sin incomparabilidades. Un preorden completo es la estructura de preferencia más apropiada para alcanzar una decisión, y se fundamenta en el flujo de superación neto de cada alternativa. Todas las alternativas son comparables pues todo el conjunto ha sido completamente ordenado, pero la información resultante es más discutible debido a que una parte considerable de ella se pierde al efectuar el balance entre los flujos de entrada y de salida.
- Método PROMETHEE III. Esta técnica está basada en una clasificación de acuerdos a intervalos.

3 MARCO LEGAL SOBRE PROYECTOS DE DESARROLLO

La normativa colombiana reglamenta las pautas que deben tenerse en cuenta para la ejecución de proyectos de desarrollo que impliquen una intervención al medio ambiente. A continuación se exponen cada una de estas de acuerdo con la temática involucrada para la investigación.

3.1 PROYECTOS DE DESARROLLO – LÍNEAS DE TRANSMISIÓN-

En la Tabla 1 se aprecian la normativa colombiana relacionada con Líneas de Transmisión de energía eléctrica, subestaciones y servidumbres.

Tabla 1. Normativa Colombiana relacionada con Líneas de Transmisión.

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Ley 56 de 1981	Sobre obras públicas de generación eléctrica y regulación de expropiaciones y servidumbres de los bienes afectados por tales obras.
Decreto 2580 de 1985	Reglamenta los procesos judiciales necesarios para imponer servidumbre pública
Ley 142 de 1994	Artículo 57 Inciso 1° Imposición de servidumbre Inciso 2° Permisos de Paso
Ley 143 de 1994	Sobre Ley Eléctrica – Conservación del Medio Ambiente. Establece el régimen de actividades de Generación, Interconexión, Transmisión y Comercialización de energía. Exige además la incorporación de la variable ambiental en las decisiones que se adopten en materia energética.
Guía Ambiental de 1995	Para proyectos de transmisión de energía eléctrica.
Resolución CREG 25 de 1995	Establece los anchos de servidumbre.
Decreto 1324 de 1995	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 56 de 1981, en armonía con la Ley 142 de 1994.
Resolución 0668 de 1997	Por el cual establecen los términos de referencias genéricas para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para líneas de estación y subestaciones. Actualizado por la Resolución 1277 de 2006.
Resolución 0672 de 1997	Por el cual se establecen los términos de referencias genéricos para los Estudios de Impacto Ambiental de Líneas de Transmisión y Subestaciones. Actualizado por la Resolución 1288 de 2006.
Resolución 1277 de 2006	Términos de Referencias para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Ambientales de Alternativas para proyectos lineales.
Resolución 1288 de 2006	Términos de Referencias para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el tendido de Líneas de Transmisión del sistema nacional de Interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte, operen a tensiones iguales o superiores a 220kv.

3.2 LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

En la Tabla 2 se observan la normativa colombiana relacionada con las licencias ambientales para proyectos de desarrollo que la requieran.

Tabla 2. Normativa Colombiana sobre licencias ambientales.

NORMATIVA	DESCRIPCION
Ley 99 de 1993.	Por el cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Título VIII Sobre Licencias Ambientales.
Decreto 1753 de 1994	Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Sustituido por el Decreto 1728 de 2002.
Decreto 2150 de 1995. Capítulo XII	Por el cual se suprimen y reforman regulaciones, procedimientos o trámites innecesarios existentes en la Administración pública. Sobre Licencia Ambiental.
Resolución 655 de 1996	Por la cual se establecen los requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de la Licencia Ambiental establecida por el artículo 132 del Decreto Ley 2150 de 1995. Sustituida por el Decreto Nacional 1728 de 2002.
Ley 344 de 1996. Artículo 28.	Sobre el cobro de Licencias Ambientales. Modificado por el Artículo 96 de Ley 633 de 2000.
Resolución 0192 de 1999	Por el cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias y otras autorizaciones ambientales.
Resolución 0406 de 1999	Por el cual se reglamenta los gastos administrativos que cobrará el Ministerio de Medio Ambiente con relación a la prestación de los servicios de evaluación, control y seguimiento de las licencias ambientales.
Ley 633 de 2000. Artículo 96.	Sobre las Tarifas de las licencias Ambientales y otros instrumentos de control y manejo ambiental.
Decreto 1728 de 2002	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Derogado por el Artículo 29 del Decreto Nacional 1180 de 2003.
Decreto 1180 de 2003	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Derogado por el Artículo 41 del Decreto Nacional 1220 de 2005.
Decreto 1220 de 2005	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Derogado por el Artículo 52 del Decreto Nacional 2820 de 2010.

Decreto 2101 de 2009	Por el cual se definen actividades para proyectos del sector eléctrico que cuenten con Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental, las cuales no requieren del trámite de modificación.
Decreto 2820 de 2010	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Derogado por el Decreto 2041 de 2014.
Decreto 3573 de 2011	Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA- y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales

3.3 VALORACIÓN ECONÓMICA

En la normativa vigente, se habla de valoración económica en el Decreto 2820 del 2010 que emitió en ese momento el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), en donde en el Artículo 21 del apartado de Estudios de Impacto ambiental listan las características mínimas que deben contener un estudio de estos. La característica sexta de dicho artículo afirma que es de obligatoriedad “La evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto”.

Asimismo, la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MAVDT de 2010 (que es de consulta imperativa y de orientación para los usuarios de proyectos, obras o actividades que estén sujetos a la obtención de la licencia ambiental) al que hace referencia la Resolución 1503 de 2010 posee una sección de Evaluación Económica en el Proceso de Evaluación Ambiental en donde informan de forma general algunos de los aspectos que deben tenerse en cuenta en el momento de realizar una valoración económica de impactos ambientales.

Además, el Manual Técnico de Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental, documento en revisión, propuesto por el MAVDT y el Centro de Estudios para el Desarrollo Económico (CEDE) de la Universidad de los Andes se ofrece como guía que facilita a los profesionales conocer las herramientas metodológicas de valoración económica en los procesos de evaluación ex – ante de proyectos de inversión en Colombia.

4 PROPUESTA METODOLÓGICA

El Manual Técnico de Evaluación Económica de los Impactos Ambientales en Proyectos que emitió el Ministerio establece una metodología que permite seleccionar cuáles impactos se deben valorar económicamente basándose en criterios como potencialidad del impacto y la capacidad de internalizarse en el Plan de Manejo Ambiental, sin embargo hay otros criterios asociados no sólo con las características de los impactos ambientales sino con las metodologías de valoración económica que deberían ser tenidos en cuenta a la hora de seleccionar dichos impactos.

Dado lo anterior, la siguiente propuesta metodológica intenta compilar dos aspectos relevantes (la Evaluación de Impactos Ambientales y Valoración Económica) con el fin de dar solución a los problemas que surgen a la hora de seleccionar los impactos ambientales para su valoración económica por limitantes de las metodologías y de recursos como tiempo, dinero e información.

Es importante resaltar que la metodología propuesta no se encuentra consolidada en ningún texto, ésta es producto de la revisión de literatura, de la exigencia del decreto 2041 de 2014 en cuanto a la valoración económica de los impactos ambientales para proyectos de desarrollo y de las necesidades de los entes involucrados debido a las limitantes anteriormente mencionadas.

Para el cumplimiento del objetivo general de desarrollar la herramienta para la selección y jerarquización de los impactos ambientales de proyectos de desarrollo lineal –Líneas de Transmisión- para su posterior valoración económica, la propuesta metodológica está compuesta por las etapas de identificación de los impactos ambientales, definición de la información mínima requerida para la valoración, identificación de criterios para la jerarquización, definición de la ponderación de los criterios y finalmente la aplicación de un análisis multi-objetivo que permita obtener como resultado el grupo de impactos ambientales que deben valorarse económicamente.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

La identificación y evaluación de los impactos ambientales que están involucrados en el proyecto de desarrollo es el punto de partida para seleccionar cuáles de estos deben ser valorados económicamente. Estos se definirán de forma general en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) que es realizado para el inicio de los trámites de la licencia ambiental requerida para la ejecución del proyecto, y de forma más detallada, con la evaluación de cada uno, en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) como requisito para dar continuidad en el proceso de la licencia.

Con el fin de tener un acercamiento a los impactos típicos que se identifican en proyecto de Líneas de Transmisión, se solicitó a Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA) información de Estudios de Impacto Ambiental para así compilar los principales impactos a los cuales se puede enfrentar en el momento de realizar la selección y jerarquización para su posterior valoración económica.

Tabla 3. Proyectos de desarrollo -Líneas de Transmisión- facilitados por ISA

Proyecto #1	Proyecto Línea de Transmisión CIRA – INFANTAS
Proyecto #2	Conexión de la subestación PORCE III a la línea de transmisión SAN CARLOS – CERROMATOSO
Proyecto #3	Conexión de la subestación SOGAMOSO al STN
Proyecto #4	Proyecto Línea de Transmisión PRIMAVERA - BACATÁ a 500KV
Proyecto #5	Proyecto Línea de Transmisión BOLIVAR-EL COPEY-OCAÑA-PRIMAVERA a 500 KV

En la Tabla 3 se puede observar los proyectos que fueron facilitados por ISA para la ejecución de estudio. Asimismo, en la Tabla 4 se aprecia el listado de los impactos típicos que pueden ser identificados en los Estudios de Impacto Ambiental en Proyecto de desarrollo. Los impactos que siempre se presentaron fueron afectación a cuerpos de agua, pérdida de cobertura vegetal, afectación a comunidades faunísticas, generación de expectativas, generación de molestias a la comunidad, generación temporal de empleos, afectación de cultivos, desplazamiento de viviendas y familias.

La definición de los impactos ambientales mostrados en la Tabla 4, se encuentran en el Anexo 8.1.

Tabla 4. Impactos Ambientales identificados en los proyectos facilitados por ISA

	Impactos Ambientales	Proyecto #1	Proyecto #2	Proyecto #3	Proyecto #4	Proyecto #5
F I S I C A	Desestabilización de Laderas	X	X		X	X
	Contaminación Atmosférica	X		X	X	X
	Generación de radiointerferencias e inducciones eléctricas			X	X	
	Afectación a la capacidad protectora del suelo					X
	Cambios en las propiedades físico y químicas del suelo			X		X
	Afectación a cuerpos de agua	X	X	X	X	X
B I O T I C O	Pérdida de cobertura vegetal	X	X	X	X	X
	Afectación a la matriz de vegetación	X	X		X	X
	Afectación al patrimonio natural	X	X		X	X
	Alteración del hábitat					X
	Afectación a la biodiversidad					X
	Afectación a zonas declaradas			X		
	Afectación a comunidades faunísticas	X	X	X	X	X
	Generación de Residuos	X	X		X	
S O C I A L	Generación de Expectativas	X	X	X	X	X
	Generación de molestias a la comunidad	X	X	X	X	X
	Generación Temporal de Empleo	X	X	X	X	X
	Modificación del uso del suelo	X	X	X	X	
	Afectación a los accesos y vías		X	X	X	X
	Incremento en los riesgos de accidentalidad		X		X	X

	Afectación a cultivos	X	X	X	X	X
	Potenciación de conflictos		X	X	X	
	Desplazamiento de infraestructura		X		X	X
	Alteración del paisaje		X	X	X	
	Desplazamiento de viviendas/familias	X	X	X	X	X
C U L T U R A L	Afectación del patrimonio histórico y arqueológico	X	X	X	X	

De acuerdo a la anterior tabla, en la Tabla 5 se clasifican los impactos ambientales según la frecuencia de aparición en los anteriores estudios.

Tabla 5. Frecuencia de aparición de impactos en los Estudios de Impacto Ambiental.

FRECUENCIA	DIMENSIÓN	IMPACTO
Siempre (5/5)	Físico	Afectación a cuerpos de agua
	Biótico	Pérdida de cobertura vegetal
		Afectación a comunidades faunísticas
	Social	Generación de expectativas
		Generación de molestias a la comunidad
		Generación temporal de empleo
		Afectación a cultivos
		Desplazamiento de viviendas/familias
Muy Frecuentemente (4/5)	Físico	Desestabilización de Laderas
		Contaminación Atmosférica
	Biótico	Afectación a la matriz de vegetación
		Afectación al patrimonio natural
	Social	Modificación del uso del suelo
		Afectación a los accesos y vías
Cultural	Afectación del patrimonio histórico y arqueológico	
Frecuentemente (3/5)	Biótico	Generación de Residuos
	Social	Incremento en los riesgos de accidentalidad
		Potenciación de conflictos
		Desplazamiento de infraestructura
Ocasionalmente (2/5)	Físico	Alteración del paisaje
		Generación de radiointerferencias e inducciones eléctricas
Esporádicamente	Físico	Cambios en las propiedades físico y químicas del suelo
		Afectación a la capacidad protectora del suelo

(1/5)	Biótico	Alteración del hábitat
		Afectación a la biodiversidad
		Afectación a zonas declaradas

4.2 DEFINICIÓN DE LA INFORMACIÓN MÍNIMA REQUERIDA PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA

Para que la selección y priorización de impactos ambientales para su posterior valoración económica se realice de forma integral, es necesario definir criterios que tengan en cuenta tanto las características de los impactos como los requisitos de las metodologías de valoración.

Para esto, es necesario estudiar cada una de las metodologías de valoración existente en la literatura identificando así sus características y requerimientos en términos de cantidad de información y tiempo para su aplicación. En el capítulo 2 de este documento se comenta de forma general la definición y la aplicabilidad de cada una de estas y a continuación se presenta las características y requerimientos teniendo en cuenta (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.; Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003; Azqueta, 1995; Vasquez et al., 2007a, 2007b)

- **Método del costo de viaje.**

Esta metodología estima el valor económico de zonas de reserva natural, parques, espacios de esparcimiento, entre otros; que no poseen un mercado definido. Se utiliza mercados relacionados, como el del transporte, con el fin de valorar los bienes y servicios ambientales de interés. Está basado en el comportamiento real de los individuos. Sin embargo, los principales limitantes son la estimación del costo de oportunidad del tiempo, la determinación de zonas de origen, la definición del conjunto de sitios sustitutos a considerar y la estimación de la función de demanda ya que debe existir una diferencia considerable entre distancias recorridas en los viajes de tal forma que se afecte el costo de desplazamiento y así los números de viajes realizados.

Para su aplicación es necesario la realización de encuestas con el fin de obtener la tasa de participación al sitio que se desea analizar y asimismo, el entrenamiento de los encuestadores para evitar sesgos con respecto a estos.

- **Método de precios hedónicos.**

Este método identifica flujo de bienes y servicios ambientales como características que parcialmente explica un bien. Además, es muy versátil y puede adaptarse al considerarse varias interacciones entre los bienes de mercado y la calidad del medio ambiente.

No obstante, el método de precios hedónicos presenta limitaciones como los precios de los bienes también depende de expectativas futuras, el alcance de beneficios ambientales que pueden medirse se limita a los aspectos que se relacionan con los precios de las viviendas. También, no consideran los posibles valores de no usos que puedan ir asociados con el precio de una vivienda. El método solo captura lo que los individuos estarían dispuestos a pagar por las diferencias percibidas en los atributos ambientales y sus consecuencias directas. Igualmente, la disponibilidad de información para realizar los análisis. El tiempo y los costos del método dependen de la disponibilidad y accesibilidad de datos.

Para su aplicación, el mercado inmobiliario debe estar en equilibrio. Todos los compradores en el mercado son maximizadores de utilidad. Todos los compradores y vendedores en el mercado inmobiliario estén bien informados sobre los niveles de los atributos en todas las localizaciones posibles.

- **Método del costo evitado.**

Este método puede proporcionar un indicador del valor económico de un bien o servicio sujeto a las restricciones de la disponibilidad de datos, es decir, es más fácil medir los costos incurridos para generar beneficios, que los beneficios de por sí mismos. Puede generar medidas proxies del valor económico consistentes con el concepto económico de valor de uso para los bienes y servicios no mercadeables, que pueden ser difíciles de valorar por otro medio.

No obstante, esta metodología no considera preferencias de los individuos por bienes y servicios ambientales.

Para su aplicación es necesario delimitar el bien o servicio ambiental a valorar, que incluyen aspectos concernientes a como se proporciona, a quien se proporciona y el nivel proporcionado. Estimación del daño potencial a la propiedad a lo largo de algún periodo de tiempo.

- **Método del costo por pérdida de la salud.**

El costo de la enfermedad y de capital humano es de los métodos más sencillos de aplicar. Estos métodos se han aplicado durante años, y están bien desarrollados, y las medidas de los costos directos e indirectos son fácilmente explicables sin referenciar la teoría económica. La recopilación de datos adicionales es a menudo menos costoso que otros métodos.

Dentro de las limitaciones de esta metodología se distingue la estimación del costo de la enfermedad, en general, debe considerarse como límites inferiores de la DAP por evitar la enfermedad. De igual forma, el valor obtenido de la valoración del capital humano por el aumento en el riesgo de morir prematuramente es un límite inferior de la DAP por evitar el riesgo de morir prematuramente.

Para su aplicación, se requiere información de la función de daño implícita, la cual relaciona el nivel de contaminación con el grado de efectos en salud.

- **Método de Valoración Contingente.**

La metodología es aplicable para bienes y servicios no mercadeables, permite valorar sucesos que no han ocurrido, posee flexibilidad de aplicación y captura valores de no uso.

Sin embargo, los resultados que se obtienen por medio de las encuestas pueden no ser confiables debido a que se encuentran sujetos a la sinceridad y compromiso por el bien a evaluar. Los diferentes sesgos que se pueden ocasionar, los cuales pueden alterar los valores económicos obtenidos hacia cierto bien. Además, su implementación posee la limitación de información y tiempo para medir los cambios que se generan por proyectos. También, la falta de conocimientos acerca de todos los beneficios que pueda ofrecer un bien. Manejo y accesibilidad de la población afectada.

Para su aplicación es necesario la creación de mercados hipotéticos, realización de encuestas para averiguar y construir las preferencias de las personas, realización de encuestas pilotos con el fin de evaluar tipo de encuesta aplicada, facilidad de entendimiento del escenario hipotético presentado hacia los entrevistados. Para esto, el entrenamiento de los entrevistadores para evitar los sesgos es inevitable.

- **Método de Experimentos de elección.**

La metodología captura valores de no uso por medio de un estudio simultáneo de diferentes atributos de un bien. Los valores económicos son deducidos de las opciones hipotéticas o las elecciones que los individuos hacen. Permite a los encuestados pensar en términos de comparaciones. Es más eficiente cuando la población objetivo es de bajos ingresos.

Sin embargo, la poca familiaridad de beneficios de bienes y servicios ambientales puede representar una gran restricción. También, se puede presentar sesgos cuando el número de comparaciones es elevado.

Para su implementación, es necesario diseñar un mercado hipotético, entrenamientos de los entrevistadores, realización de encuestas pilotos con el fin de evaluar facilidad de entendimiento del escenario hipotético presentado hacia los entrevistados.

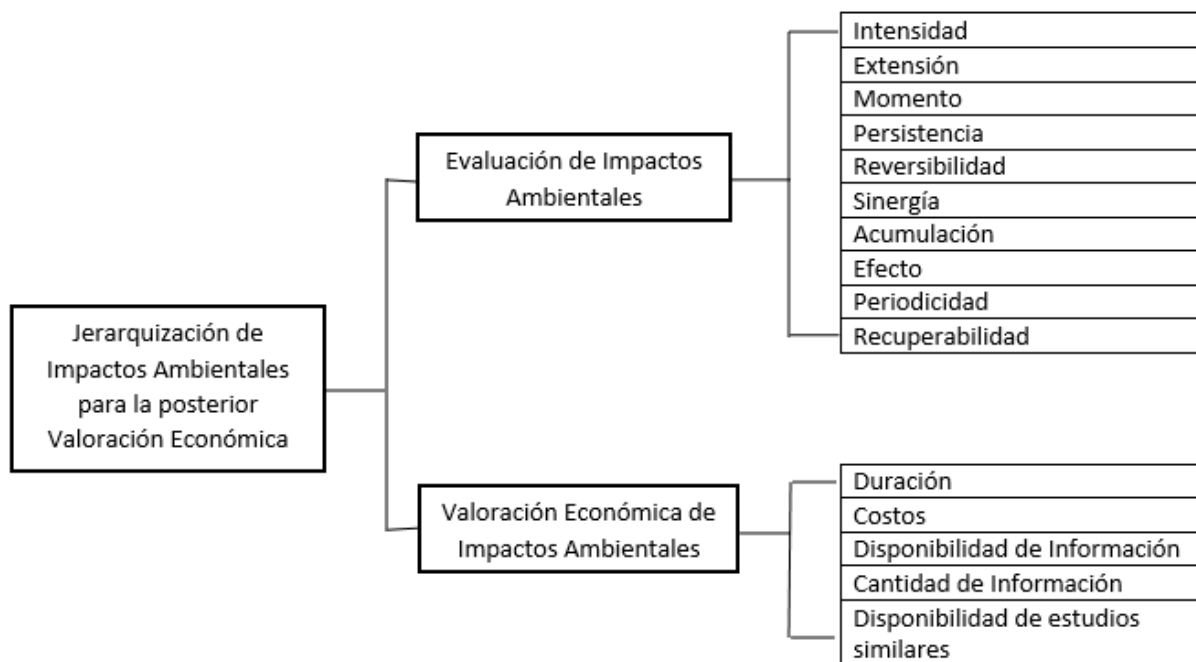
4.3 IDENTIFICACIÓN DE CRITERIOS PARA LA JERARQUIZACIÓN

La definición de criterios es fundamental para la jerarquización de los impactos ambientales. Para esto, se hizo necesario el aporte de personal experto en el tema debido a que se considera que el tiempo y la experiencia en Estudios de Impacto Ambiental y Valoración económica permiten conocer los criterios claves para priorización de los impactos ambientales.

Esta información se recopiló por medio de una encuesta en el cual al encuestado se le plantea un listado de criterios iniciales (Ver Figura 1), obtenidos de la literatura y de los requerimientos de las metodologías de valoración, permitiendo así que este interactúe con los criterios propuestos modificando el listado con la eliminación o introducción de nuevos de acuerdo a su consideración.

Los criterios inicialmente propuestos fueron tomados de la metodología propuesta por (Conesa, 2010) dentro de la categoría de Evaluación de impactos ambientales, debido a que esta se encuentra ampliamente difundido y utilizado para la presentación de estudios ante autoridades ambientales. Dentro de la categoría de valoración económica, fueron tomados de un estudio de las metodologías existentes y las limitaciones presentes para su aplicación. La definición de los criterios propuestos se pueden observar en la Tabla 6 y 7 con sus respectivos indicadores para su medición. En caso de que el encuestado introduzca un criterio, se solicitó que este sea definido y a su vez plantee los indicadores con el cual será medido.

Figura 1. Criterios iniciales para la jerarquización de impactos ambientales para la posterior valoración económica.



A continuación se presenta la definición de los criterios propuestos inicialmente en la encuesta con el fin de determinar cuáles de estos son claves para la jerarquización de los impactos ambientales para la posterior valoración. En la Tabla 6 se encuentran aquellos criterios considerados teniendo en cuenta la Evaluación de Impactos Ambientales con el fin de capturar la naturaleza que poseen estos impactos.

Tabla 6. Definición de criterios propuestos teniendo en cuenta la Evaluación de Impactos Ambientales.

CRITERIOS PARA LA JERARQUIZACIÓN TENIENDO EN CUENTA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES²		
CRITERIO	DEFINICIÓN	INDICADOR
Intensidad	Se refiere al grado de incidencia, destrucción o recuperación del factor ambiental que el impacto ambiental genera en el área de estudio.	Baja, Media, Alta, Muy Alta, Total
Extensión	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.	Puntual (El efecto es localizado), Parcial (Situación intermedia), Extenso (Situación intermedia teniendo en cuenta que parcial<extenso), Total (El efecto no permite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto)
Momento	Se refiere al plazo de manifestación del impacto, es decir el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción que genera el impacto ambiental y el comienzo del efecto del mismo.	Largo Plazo (Tiempo mayor a 10 años), Mediano Plazo (Tiempo entre 1 y 10 años), Corto Plazo (Tiempo menor a 1 año), Inmediato
Persistencia	Se refiere al tiempo en que permanecería el efecto del impacto, desde su aparición hasta que el recurso afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción.	Fugaz, Momentáneo (Tiempo menor a 1 año), Temporal (Tiempo entre 1 y 10 años), Persistente (Tiempo entre 10 y 15 años), Constante (Tiempo mayor a 15 años)
Reversibilidad	Se refiere a la posibilidad de retorno del recurso afectado por el proyecto a sus condiciones iniciales.	Corto Plazo (Tiempo menor a 1 año), Mediano Plazo (Tiempo entre 1 y 10 años), Largo Plazo (Tiempo entre 10 y 15 años), Irreversible (Tiempo mayor a 15 años)
Recuperabilidad	Se refiere a la posibilidad de retorno, total o parcial, del recurso afectado como consecuencia del proyecto, a las condiciones iniciales por medio de la intervención humana.	Inmediato, Corto Plazo (Tiempo menor a 1 año), Mediano Plazo (Tiempo entre 1 y 10 años), Largo plazo (Tiempo entre 10 y 15 años), Irrecuperable
Sinergia	Se refiere a la suma de los efectos de dos o más impactos ambientales en comparación al efecto que causa cada uno de los impactos por separado.	Sin sinergismo, Sinérgico, Muy sinérgico
Acumulación	Este atributo da idea del incremento progresivo del impacto ambiental, cuando persiste de forma continuada o reiterada la(s) actividad(es) del proyecto de desarrollo que genera el impacto.	Simple, Acumulativo

² Según la metodología de Conesa, V. Información tomada de la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Conesa, V. 2010. Cuarta Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Efecto	Este atributo se refiere a la forma de manifestación del impacto ambiental sobre un recurso ambiental.	Indirecto, Directo
Periodicidad	Se refiere a la regularidad de manifestación del impacto, bien sea de manera continua, discontinua o irregular o esporádica en el tiempo.	Irregular, Periódico, Continuo

En la Tabla 7 se aprecian aquellos criterios propuestos teniendo en cuenta los requisitos de las metodologías de valoración económica y otras limitantes que se puede presentar en el proceso de valoración.

Tabla 7. Definición de criterios propuestos teniendo en cuenta la Valoración Económica de Impactos Ambientales.

CRITERIOS PARA LA JERARQUIZACIÓN TENIENDO EN CUENTA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	DEFINICIÓN	INDICADOR
Duración	Se refiere al tiempo necesario para llevar a cabo la valoración económica del impacto ambiental teniendo en cuenta los requerimientos del método de valoración más apropiado para valorar el impacto.	Largo (Tiempo mayor a 5 meses), Medio (Tiempo entre 2 y 5 meses), Corto (Tiempo menor a 2 meses)
Costos	Se refiere a la cantidad de dólares o pesos colombianos que son necesarios invertir para la realización de la valoración económica de un impacto ambiental teniendo en cuenta el método de valoración a utilizar y que pueden medirse de acuerdo a los costos generados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).	Alto (30% de los costos de EIA), Medio (Entre un 10-30% de los costos de un EIA), Bajo (Menor de un 10% de los costos de un EIA)
Cantidad de Información	Se refiere a la cantidad de documentos, entrevistas, trabajo de campo, entre otros necesarios para la valoración económica del impacto ambiental a estudiar.	Alto, Medio, Bajo
Disponibilidad de Información	Se refiere a la existencia de información primaria y/o secundaria que se pueda emplear para la realización de la valoración económica del impacto ambiental que se está analizando.	Existe, No existe
Disponibilidad de estudios similares	Se refiere a la existencia de estudios de valoración económica de impactos ambientales que posea características similares al impacto estudiado.	Existen, No existen

La encuesta se puede apreciar en el Anexo 8.2 y fue enviada en principio a un grupo de personas que fueron consideradas especialistas en las áreas de interés. Finalmente fue diligenciada por 13 expertos. La caracterización de los encuestados se puede observar en el Anexo 8.3.

A continuación se muestran los criterios que fueron adicionados por los expertos, con su respectiva definición y propuesta de indicadores para su medición. Además de una breve observación en la cual se explica si estos pueden ser considerados dentro del análisis para definir los criterios resultantes para la jerarquización de impactos ambientales para su posterior valoración económica.

De acuerdo a Evaluación de Impactos Ambientales:

- **Relación con las comunidades:** El encuestado afirma que los criterios propuestos inicialmente solo mencionan la parte ambiental, por lo cual considera que debe incorporarse un criterio que muestre la interacción de los impactos con las comunidades. Por ejemplo: la destrucción de un bosque en un área deshabitada no tendría el mismo efecto en un área donde están asentadas comunidades que dependen directa o indirectamente del bosque. Es decir este criterio es como un factor multiplicador del impacto dado la presencia y tipo de comunidades aledañas. Los indicadores planteados son Baja, media, alta, muy alta.

No obstante, el criterio planteado está relacionado directamente con algunos impactos ambientales como la generación de molestias a la comunidad y potenciación de conflictos. Es decir, las reacciones de una comunidad ante un cambio de un bien o servicio ambiental que los afecte serán medidas por medio del impacto que se esté ocasionando en las dimensiones social, económica y política.

- **Número de agentes afectados:** Población que se afectaría con el proyecto. Esta sería medida por del número de personas ó número de ciudades ó número de comunidades.

Este criterio no puede tenerse en cuenta para el análisis debido a que en principio está relacionado con el propuesto anteriormente, además que el encuestado no definió la importancia de este criterio con respecto a los demás para la jerarquización.

- **Recursos afectados:** Tipos de recursos que se afectaría con el proyecto. Los indicadores propuestos por el experto para su medición son Recursos naturales, humanos, materiales, entre otros.

Sin embargo, los impactos ambientales identificados en los Estudios de Impacto Ambiental están relacionados directamente con los recursos que se estarían afectando con la ejecución de un proyecto. Por lo tanto, que este criterio propuesto representaría de la misma forma las alternativas que se consideran para la jerarquización.

Teniendo en cuenta a la Valoración Económica de Impactos

- **Calidad de la información:** Se refiere a que la información recopilada este desarrollada mediante métodos verificables, trazables y reproducibles, es decir al aseguramiento de la calidad de los

datos. Los indicadores propuestos son Datos de laboratorios acreditados, certificación NTC ISO 14001, Tener un sistema de Gestión Ambiental.

Este criterio es considerable e importante para la jerarquización de los impactos ambientales, aunque se modificaría los indicadores propuestos por el encuestado por baja, media y alta teniendo en cuenta información como la planteada por el experto y el procesamiento estadístico realizado de la información para la obtención de los resultados de la valoración.

- Tipo de Metodología de Valoración: Permite identificar qué métodos son factibles de aplicar y depende del objetivo del estudio. De acuerdo al encuestado este sería medido por infactible, factible.

Este criterio propuesto no podría considerarse debido a que este representa uno de los pasos anteriores que se deben ejecutar previamente a la jerarquización. Es decir, es necesario definir con anterioridad el tipo de metodología de valoración que se utilizaría para cada uno de los impactos ambientales con el fin de puntuarlos de acuerdo a los criterios resultantes y finalmente obtener el resultado de la priorización.

- Viabilidad del método: Selección adecuada y precisa para la utilización de algunas de las técnicas de valoración económica, de tal forma que los resultados obtenidos sean confiables y permita una acertada toma de decisiones. Los indicadores expuestos son Viable o No Viable.

Este criterio se encuentra relacionado con el propuesto anteriormente, además de que representa la finalidad de la jerarquización debido a que una metodología es viable utilizarla si existe la información necesaria para su realización, se cuenta con tiempo y dinero para su ejecución y la metodología captura en gran parte el valor económico del bien o servicio ambiental a analizar.

- Participación de la sociedad en la valoración: Involucrar a la comunidad en los procesos de valoración económico, mediante la aplicación de encuestas que incluya su percepción del objeto de estudio. Los indicadores propuestos son Población objetivo o grupos focales de las áreas de influencia de los proyectos, Muestreo poblacional.

No obstante, gran parte de las metodologías de valoración consideran dentro los requisitos para su aplicación una participación de la comunidad con el fin de capturar las preferencias que poseen con respecto al recurso afectado. Generalmente, esta percepción se mide por medio de encuestas. Por lo tanto, este criterio se encuentra involucrado de forma indirecta dentro de la metodología escogida para la valoración.

- Incertidumbre de la valoración: Indica las limitaciones o el nivel de incertidumbre que se podrían obtener del estudio de valoración. Los indicadores planteados son Baja, Media, alta, muy alta.

Sin embargo, cada método de valoración involucra un grado de incertidumbre debido a las limitaciones y los supuestos teóricos que cada una posee. Además, el nivel de incertidumbre de

los resultados obtenidos en la valoración está directamente relacionado con la disponibilidad y calidad de información necesaria para su construcción.

Teniendo en cuenta lo anterior, los criterios definitivos para la jerarquización de impactos ambientales para la posterior valoración económica se pueden apreciar en la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios definitivos para la jerarquización de Impactos Ambientales para la posterior Valoración Económica.

CRITERIOS PARA LA JERARQUIZACIÓN	
Evaluación de Impactos Ambientales	Valoración Económica
Intensidad	Duración
Extensión	Costos
Momento	Disponibilidad de Información
Persistencia	Cantidad de Información
Reversibilidad	Disponibilidad de estudios similares
Sinergia	Calidad de la información
Acumulación	
Efecto	
Periodicidad	
Recuperabilidad	

4.4 DEFINICIÓN DE LA PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA LA PRIORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La ponderación indica la importancia que posee cada uno de los criterios definidos en la etapa metodológica anterior para la jerarquización de los impactos ambientales que finalmente deberían ser valorados económicamente. Esta ponderación se extrae de la encuesta que se realizó durante de la investigación, en donde cada uno de los encuestados indicó la importancia relativa de acuerdo a los criterios que identificó inicialmente.

Para hallar el peso final de cada criterio, primero se calculará la importancia de cada experto según los estudios de experiencia que registró en la encuesta en cada categoría. Lo anterior es con el fin de obtener una ponderación acorde a las necesidades planteadas para la jerarquización de impactos ambientales, partiendo de la premisa que el encuestado con mayor número de estudios posee un mayor acercamiento acerca de la importancia de cada criterio a la hora de valorar económicamente un impacto.

Las ecuaciones (1) y (2) son las utilizadas para calcular la importancia de cada experto.

$$P_{iEval} = \frac{n_{iEval}}{\sum_{i=1}^{13} n_{iEval}} \quad (1)$$

Donde

P_{iEval} es el Peso del experto i de acuerdo a los estudios reportados en Evaluación de Impactos Ambiental

n_{iEval} es el número de estudios reportados por el experto i como experiencia en Evaluación de Impactos Ambientales

$$P_{iVal} = \frac{n_{iVal}}{\sum_{i=1}^{13} n_{iVal}} \quad (2)$$

Donde

P_{iVal} es el Peso del experto i de acuerdo a los estudios reportados en Valoración Económica

n_{iVal} es el número de estudios reportados por el experto i como experiencia en Valoración Económica

Dado lo anterior, en la Tabla 9 se observa el peso que posee cada experto en cada categoría experiencia que reportó en la encuesta.

Tabla 9. Peso de cada encuestado de acuerdo a los estudios reportados.

Encuestado	Peso según experiencia de Evaluación de Impactos Ambiental	Peso según experiencia de Valoración Económica
1	0,01802	0,11538
2	0,00901	0,01282
3	0,10811	0,02564
4	0,04505	0,02564
5	0,04505	0,15385
6	0,02703	0,03846
7	0,09009	0
8	0,54054	0,11538
9	0,03604	0,05128
10	0,00901	0,07692
11	0,04505	0,12821
12	0	0,12821
13	0,02703	0,12821

Luego, se procede al cálculo del peso final de cada criterio con las ecuaciones (3) y (4)

$$W_{kEval} = \sum_{i=1}^{13} W_{kEval i} * P_{iEval}$$

Donde

W_{kEval} es el peso del criterio k en la categoría de Evaluación de Impactos Ambientales

$W_{kEval i}$ es el peso del criterio k según la puntuación dada por el experto i en la categoría de Evaluación de Impactos Ambientales

$$W_{kVal} = \sum_{i=1}^{13} W_{kVal i} * P_{iVal}$$

Donde

W_{kVal} es el peso del criterio k en la categoría de Valoración Económica

$W_{kVal i}$ es el peso del criterio k según la puntuación dada por el experto i en la categoría de Valoración Económica

Así, en la Tabla 10 se observan el peso final de cada criterio para la jerarquización de impactos ambientales. La suma de los pesos en cada categoría es igual a 1.

Tabla 10. Peso final de los criterios para la jerarquización de Impactos Ambientales.

Criterios para Evaluación de Impactos Ambientales	Peso Final	Criterios para Valoración Económica	Peso Final
Intensidad	0,131	Duración	0,139
Extensión	0,149	Costos	0,229
Momento	0,047	Disponibilidad de Información	0,251
Persistencia	0,156	Cantidad de Información	0,149
Reversibilidad	0,138	Disponibilidad de estudios similares	0,202
Sinergia	0,104	Calidad de la información	0,029
Acumulación	0,088		
Efecto	0,059		
Periodicidad	0,055		
Recuperabilidad	0,073		

4.5 PROCESO DE ANÁLISIS MULTI-OBJETIVO

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una de las técnicas multicriterio con mayor implantación práctica en casi todos los ámbitos de la toma de decisiones y fue la técnica escogida para realizar el análisis

multiobjetivo que se plantea al inicio de la investigación. Esta fue seleccionada luego de revisar cada una de las metodologías expuestas en el Capítulo 2 de este documento por las siguientes razones:

- La flexibilidad de la técnica.
- La adecuación a numerosas situaciones reales referidas a la selección multicriterio entre alternativas.
- Su facilidad de uso.
- La posibilidad de aplicarla en decisión individual y en grupo.
- La existencia de software amigable para su aplicación (Expert Choice).

Muchos autores han realizado investigaciones aplicando esta metodología para la solución de problemas adicionales a los mencionados en el Capítulo 2, sección 2.3 como es el caso de *Ramanathan, R.* (Ramanathan, 2001), el cual aplica el proceso analítico de jerarquización (AHP) junto con la evaluación de impactos ambientales (EIA) debido que el AHP tiene la flexibilidad para combinar los factores cuantitativos y cualitativos para manejar diferentes grupos de actores, para combinar opiniones expresadas por muchos expertos y así ayudar en el análisis de las partes interesadas.

En la investigación de *Yu, Q., et al* (Yu, Q., Zhixian, H., Zhiguo, 2007) adoptaron el AHP para la toma de decisiones multicriterio en una consideración de trade-off entre la evaluación técnico-económica y la evaluación de impacto ambiental. Es decir, utilizaron un modelo de AHP para obtener una puntuación individual de criterios mediante análisis del impacto ambiental y coste de ciclo de vida de un producto. En este documento encontraron que los resultados obtenidos del modelo propuesto son capaces de proporcionar una evaluación racional y pertinente.

De igual manera, *Yang, M., et al* (Yang, M., Khan, F., Sadiq, 2011) proponen un enfoque híbrido entre un sistema de inferencia difusa y AHP fuzzy que permite eliminar las limitaciones contenidas en esta última, al igual de también servir como herramienta robusta para la priorización de los problemas ambientales en las operaciones de gas y petróleo.

En el escrito de *Bottero, M., et al* (Bottero, M., Comino, E., Riggio, 2011) muestran la aplicación de diferentes técnicas de análisis multicriterio en un problema de decisión real sobre la elección de tecnologías para el tratamiento más sostenible de aguas residuales como digestión anaerobia, fitorremediación y compostaje para pequeñas queserías. Estos modelos permiten que todos los elementos que intervienen en el proceso de decisión se consideren como son los aspectos ambientales, factores tecnológicos y costos económicos, con el fin de compararlos para así encontrar la mejor alternativa.

En el libro *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art surveys* (Figuroa, J., Greco, S., Ehrgott, 2005) se puede encontrar más información de la metodología, incluyendo toda su fundamentación teórica y matemática.

Para la priorización de los impactos ambientales identificados en proyectos de Líneas de transmisión para su posterior valoración económica, se empleará el software Expert Choice como herramienta para dar cumplimiento al último objetivo planteado en esta investigación.

El Expert Choice³ es un software rápido de aprender y fácil de usar de *Collaborative Decision Making* que combinan un equipo de herramientas y técnicas matemáticas para obtener la mejor decisión para alcanzar la meta. Este software permite:

- Manejar estructuras complejas.
- Medir la importancia de los objetivos y alternativas en competencia.
- Sintetizar la información, la experiencia y los juicios
- Realizar “Que pasa si...” y análisis de sensibilidad
- Comunicar claramente los resultados, e iterar partes del proceso de decisión cuando sea necesario

Expert Choice es intuitivo, basado y estructurado gráficamente de una manera fácil de usar para que sea valiosa para principiantes y expertos debido a que los criterios se presentan en una estructura jerárquica, los tomadores de decisiones son capaces de profundizar para su nivel de experiencia, y aplicar juicios a los objetivos considerados importantes para el logro de sus metas. Al final del proceso, los tomadores de decisiones son plenamente conscientes de cómo y por qué se tomó la decisión, con resultados que son significativos, fácil de comunicar, y procesables.

³ Tomado de [http: expertchoice.com/about-us/our-decision-making-methodology/](http://expertchoice.com/about-us/our-decision-making-methodology/) el día 24 de Septiembre de 2014.

5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A UN CASO DE ESTUDIO

Con el fin de evaluar los criterios definidos para la jerarquización de impactos ambientales para la posterior valoración económica y la ponderación obtenidos como resultado de la encuesta, se considera la evaluación de estos en un caso de estudio con el fin de corroborar la aplicabilidad de estos en estudios futuros.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Para la aplicación de la metodología propuesta se seleccionó uno de los proyectos que suministró Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA), Conexión de la subestación PORCE III a la línea de transmisión SAN CARLOS - CERROMATOSO, debido a la alta presencia de impactos ambientales que fueron identificados en el Estudio de Impacto Ambiental y la evaluación de estos posee información necesaria para el análisis multi-objetivo. Lo anterior permite tener una amplia variedad de impactos ambientales para su jerarquización y definición de aquellos que se deben valorar económicamente.

El estudio de Impacto Ambiental de este proyecto se encuentra fechado en el 2009⁴. El proyecto se localizó al norte de Antioquia entre los municipios de Anorí y Guadalupe, por la ladera oriental de la cordillera central, en inmediaciones al cañón del río Porce, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma regional de Antioquia (CORANTIOQUIA) (Ver Figura 2).

El trazado de la línea se desarrolló en su mayor parte dentro de la subcuenca del Río Porce de forma paralela al río; el área de estudio del proyecto quedó definida a partir de la configuración de una zona geográfica que se desarrolla principalmente sobre el lado izquierdo del cañón del Río Porce, limitada en el costado sur por esta corriente, y en el costado nororiental por la divisoria de aguas de esta subcuenca.

En el costado noroccidental, el área de influencia indirecta lo delimitaron involucrando las partes altas de las microcuencas de las Quebradas San Lorenzo, Quijano y Cobarde, tributarios al Río Nechí, y en el costado occidental el límite está dado por la divisoria de aguas de las microcuencas los afluentes a la Quebrada San Juan que son interceptados por el Proyecto.

El objetivo del Proyecto fue interconectar la futura subestación Porce III al Sistema Interconectado Nacional mediante la construcción de dos tramos de línea a 500kV, reconfigurando la línea existente San Carlos – Cerromatoso.

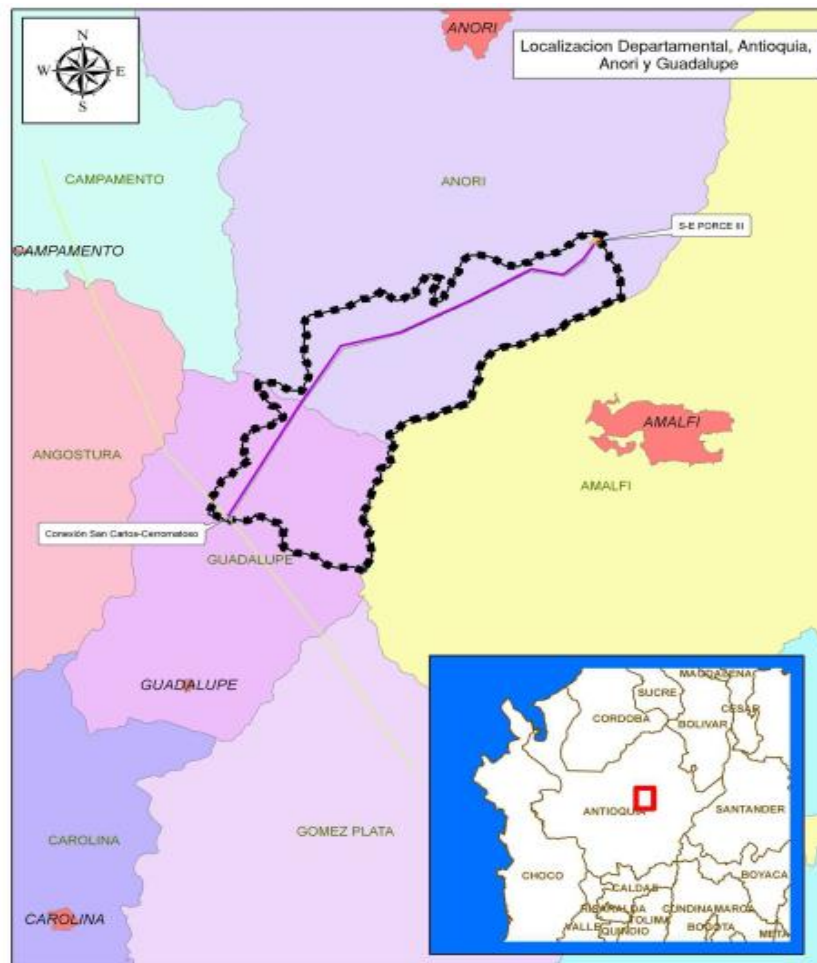
Los impactos ambientales que fueron identificados en este proyecto se listan a continuación:

1. Desestabilización de Ladera
2. Afectación a cuerpos de agua
3. Pérdida de cobertura vegetal

⁴ Tomado del Estudio de Impacto Ambiental Conexión de la Subestación Porce III a la Línea de Transmisión a 500 kV San Carlos – Cerromatoso de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.

4. Afectación a la matriz de vegetación
5. Afectación al patrimonio natural
6. Afectación a comunidades faunísticas
7. Generación de residuos
8. Generación de Expectativas
9. Generación de molestias a la comunidad
10. Generación temporal de empleo
11. Modificación del uso del suelo
12. Afectación a los accesos y vías
13. Incremento en los riesgos de accidentalidad
14. Afectación a cultivos
15. Potenciación de conflictos
16. Desplazamiento de infraestructura
17. Alteración del paisaje
18. Desplazamiento de viviendas/familias
19. Afectación del patrimonio histórico y arqueológico.

Figura 2. Localización del área del proyecto.



5.2 MATRIZ DE PAGOS

Una matriz de decisión o matriz de pago⁵ es una tabla formada por renglones que representan cada alternativa de decisión, por columnas en las que se indican los criterios y los pagos (resultados) incluidos en el cuerpo de tabla.

La estructura de la Matriz de Pagos está definida por:

- a) Objetivo que se desea alcanzar.
- b) Alternativas de solución: Son los diferentes cursos de acción o estrategias a disposición de quien toma la decisión. Se representan como: $A_1, A_2, A_3, \dots, A_i$.
- c) Criterios: Son factores que ocurren y que están fuera del control de quien toma la decisión. Se representan como: $E_1, E_2, E_3, \dots, E_j$.
- d) Resultados: Son las consecuencias posibles combinaciones de alternativas y criterios. Se representan como: $R_{11}, R_{12}, R_{13}, \dots, R_{mn}$.

Tabla 11. Estructura de la matriz de decisión o pago.

	A_1	A_2	A_3	...	A_i
E_1	R_{11}	R_{12}	R_{13}	...	R_{1i}
E_2	R_{21}	R_{22}	R_{23}	...	R_{2i}
E_3	R_{31}	R_{32}	R_{33}	...	R_{3i}
...
E_j	R_{j1}	R_{j2}	R_{j3}	...	R_{ji}

Teniendo en cuenta lo anterior, se construye la matriz de pago del caso de estudio en donde las alternativas son los impactos ambientales identificados en el Estudio de Impacto Ambiental y los criterios son los identificados en el capítulo anterior Tabla 10. Esta matriz se aprecia en la Tabla 12 y 13.

Para el llenado de esta matriz, es necesario el Estudio de Impacto Ambiental para trasladar los resultados obtenidos a la matriz además de ser indispensable definir que método de valoración económica pueden aplicarse a cada impacto identificado ya que de este depende directamente las puntuaciones dadas a los criterios de esta categoría. Esta información puede observarse en el anexo 8.5.

De igual forma, en la definición de los métodos de valoración se analiza si los impactos ambientales pueden valorarse o si la metodología que podría permitir su valoración posee todas las herramientas para llevarlo a cabo. Por esta razón, el impacto de Potenciación de conflictos fue eliminado de las alternativas para la jerarquización.

A continuación se expone la nomenclatura utilizada en la matriz de pago anterior para nombrar los impactos ambientales a analizar con respecto a los criterios para la jerarquización.

⁵ Tomado del blog de la Licenciada Flor de María Rodríguez de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua el día 01 de Octubre de 2014. <http://flordemariaunan.wordpress.com/>

IMPACTOS AMBIENTALES

1. Desestabilización de Ladera
2. Afectación a cuerpos de agua
3. Pérdida de cobertura vegetal
4. Afectación a la matriz de vegetación
5. Afectación al patrimonio natural
6. Afectación a comunidades faunísticas
7. Generación de residuos
8. Generación de Expectativas
9. Generación de molestias a la comunidad
10. Generación temporal de empleo
11. Modificación del uso del suelo
12. Afectación a los accesos y vías
13. Incremento en los riesgos de accidentalidad
14. Afectación a cultivos
15. Desplazamiento de infraestructura
16. Alteración del paisaje
17. Desplazamiento de viviendas/familias
18. Afectación del patrimonio histórico y arqueológico.

CRITERIOS

1. Evaluación de Impactos Ambientales.
 - 1.1 Intensidad.
 - 1.2 Extensión.
 - 1.3 Momento.
 - 1.4 Persistencia.
 - 1.5 Reversibilidad.
 - 1.6 Recuperabilidad.
 - 1.7 Sinergia.
 - 1.8 Acumulación.
 - 1.9 Efecto.
 - 1.10 Periodicidad.
2. Valoración Económica.
 - 2.1 Duración.
 - 2.2 Costos.
 - 2.3 Cantidad de Información.
 - 2.4 Disponibilidad de Información.
 - 2.5 Disponibilidad de estudios similares.
 - 2.6 Calidad de la información.

Tabla 12. Matriz de pago para el caso de estudio (Parte 1).

EIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.1	Alta	Media	Alta	M. Alta	Baja	Alta	Media	Baja	Alta
1.2	Puntual	Puntual	Extenso	Puntual	Parcial	Extenso	Puntual	Parcial	Parcial
1.3	Mediano Plazo	Inmediato	Inmediato	Inmediato	Mediano Plazo	Corto Plazo	Inmediato	Inmediato	Inmediato
1.4	Constante	Temporal	Constante	Constante	Mediano Plazo	Temporal	Tempo	Momentáneo	Momentáneo
1.5	Irreversible	Mediano Plazo	Irreversible	Irreversible	Largo Plazo	Med Plazo	Med Plazo	Corto Plazo	Corto Plazo
1.6	Mediano Plazo	Mediano Plazo	Irrecuperable	Irrecuperable	Med Plazo	Med Plazo	Inmediato	Corto Plazo	Corto Plazo
1.7	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico	Sin Sinergismo	Sinérgico	Sinérgico	Sin Sinergismo	Sinérgico	Sinérgico
1.8	Acumulativo	Acumulativo	Acumulativo	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
1.9	Directo	Directo	Directo	Indirecto	Directo	Directo	Directo	Indirecto	Directo
1.10	Continuo	Irregular	Continuo	Continuo	Periódico	Periódico	Irregular	Irregular	Irregular
VE									
2.1	Corto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Corto	Medio	Medio
2.2	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
2.3	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Medio	Medio	Alta
2.4	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	No Existe	Existe
2.5	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	No Existe	Existe
2.6	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Alta

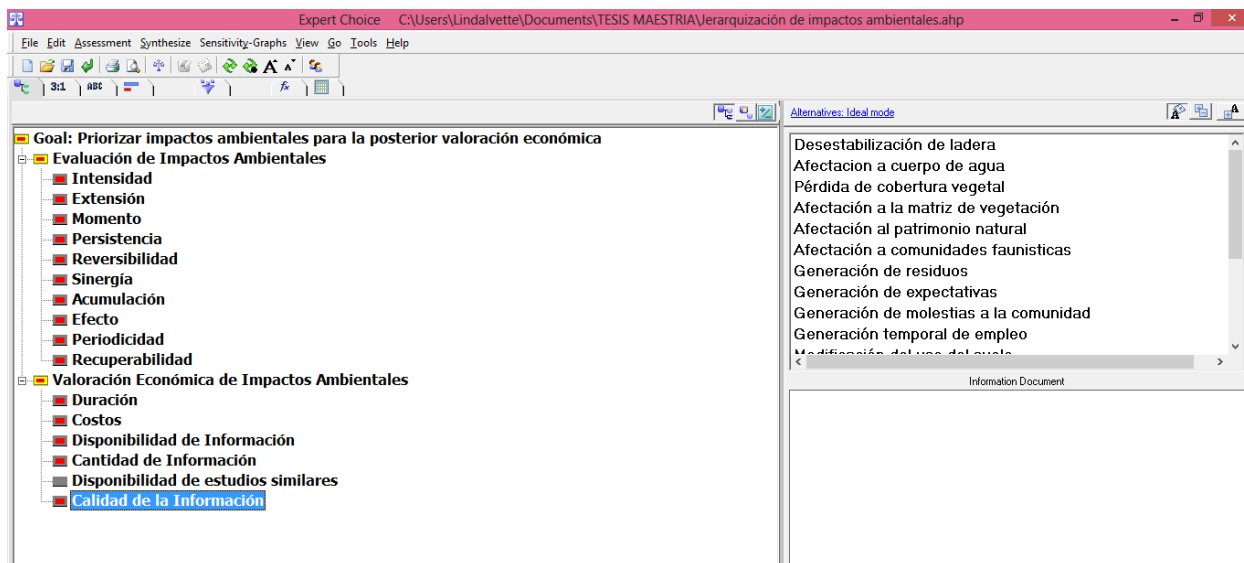
Tabla 13. Matriz de pago para el caso de estudio (Parte 2).

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
EIA									
1.1	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	M Alta	Baja
1.2	Parcial	Extenso	Puntual	Puntual	Parcial	Puntual	Extenso	Puntual	Puntual
1.3	Inmediato	Inmediato	Corto Plazo	Corto Plazo	Inmediato	Inmediato	Inmediato	Inmediato	Inmediato
1.4	Temporal	Constante	Temporal	Temporal	Temporal	Constante	Persistente	Constante	Constante
1.5	Med Plazo	Irreversible	Irreversible	Irreversible	Largo Plazo	Irreversible	Largo Plazo	Irreversible	Irreversible
1.6	Med Plazo	Irrecuperable	Med Plazo	Med Plazo	Largo Plazo	Corto Plazo	Largo Plazo	Corto Plazo	Corto Plazo
1.7	S. Sinergismo	S. Sinergismo	Sinérgico	Sinérgico	S. Sinergismo	Sinérgico	S. Sinergismo	Sinérgico	S. Sinergismo
1.8	Simple	Simple	Acumulativo	Acumulativo	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
1.9	Directo	Directo	Indirecto	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Directo	Directo
1.10	Periódico	Continuo	Continuo	Irregular	Irregular	Irregular	Continuo	Irregular	Irregular
VE									
2.1	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Alta
2.2	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Alta	Alta
2.3	Baja	Bajo	Bajo	Alta	Bajo	Medio	Medio	Alta	Alta
2.4	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe	Existe
2.5	Existe	Existe	Existe	No Existe	Existe	Existe	Existe	No Existe	No Existe
2.6	Media	Media	Media	Alta	Media	Media	Media	Alta	Alta

5.3 CASO DE ESTUDIO EN EXPERT CHOICE

Luego de definir el caso de estudio, se procede a ingresar la información recopilada en el software (Ver Figura 3). La información consiste en primera instancia en la meta principal del análisis multiobjetivo, seguido de los criterios definidos para la priorización y finalmente los impactos ambientales identificados como alternativas.

Figura 3. Ingreso de objetivo principal, criterios y alternativas del caso de estudio al software.



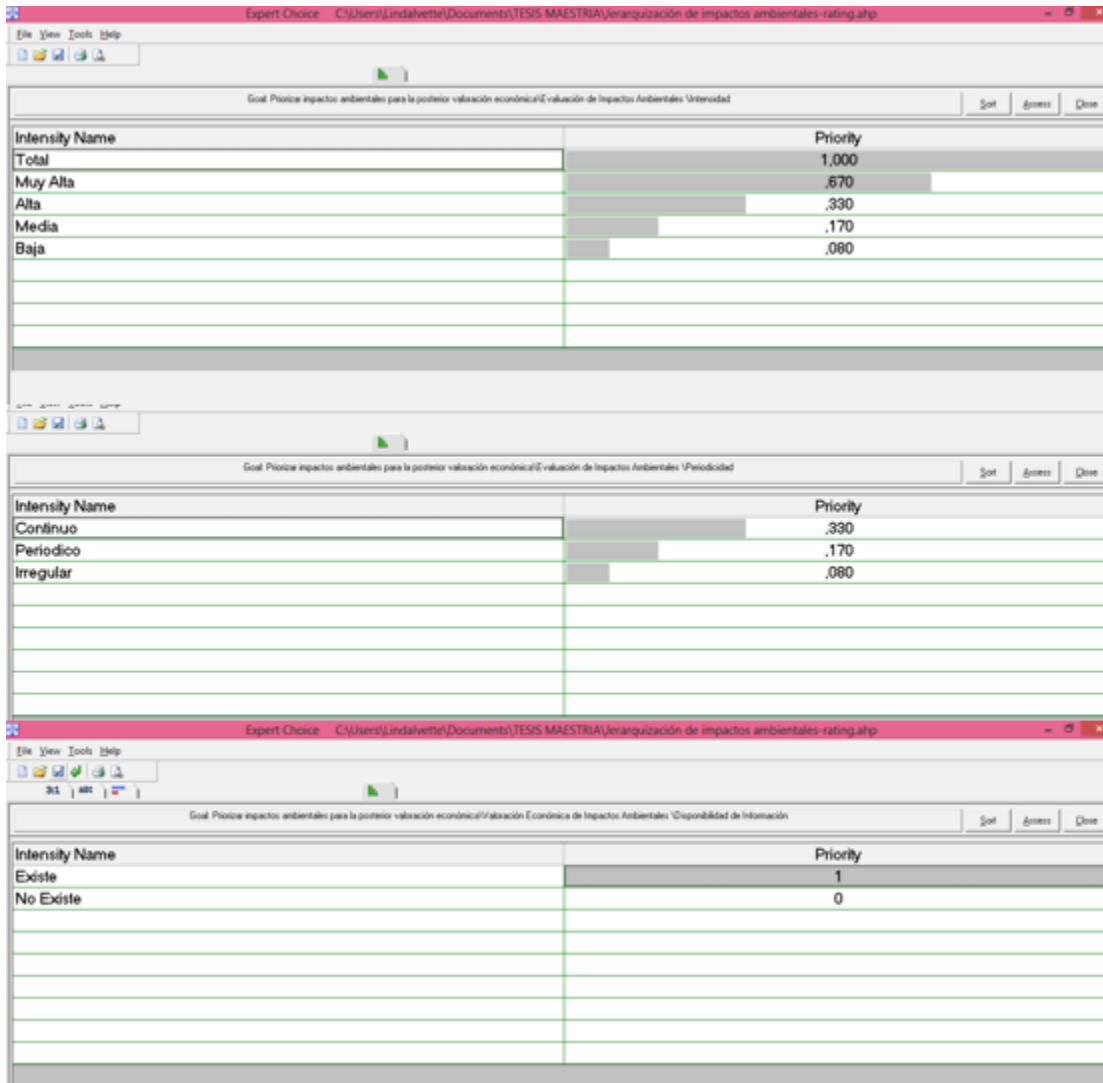
En estos casos, generalmente se presentan un gran número de alternativas para evaluar por lo cual no sería práctico hacer una comparación de todas las alternativas ya que el modelo quedaría muy pesado y perdería la practicidad y eficiencia que caracteriza a Expert Choice (Cerón & Sanchez, 2007). Por lo anterior, se usará un *Rating* para calificar las alternativas de acuerdo a una escala definida usando un concepto llamado *Rating Intensities*.

Es así que se registran las intensidades para cada criterio determinado y a su vez la escala de prioridad. Esta escala se definió de la siguiente forma:

1. Para los criterios de Evaluación Ambiental, se apropió del barómetro de valoración utilizado *Conesa* (Conesa, 2010) el cual está comprendido entre 1 y 12. Este valor se normaliza posteriormente.
2. Para los criterios de Valoración Económica se utilizó los valores de 0, 0.5 y 1, teniendo en cuenta que 0 implica que la Valoración Económica es de gran dificultad y 1 que la metodología propuesta permite encontrar un valor económico cercano al real del cambio del bien ambiental a analizar.

En la Figura 4 se observa el ingreso de algunos de los indicadores y la escala de cada criterio que se utilizaron en el proceso de jerarquización.

Figura 4. Ingreso de los indicadores de cada criterio y su escala.



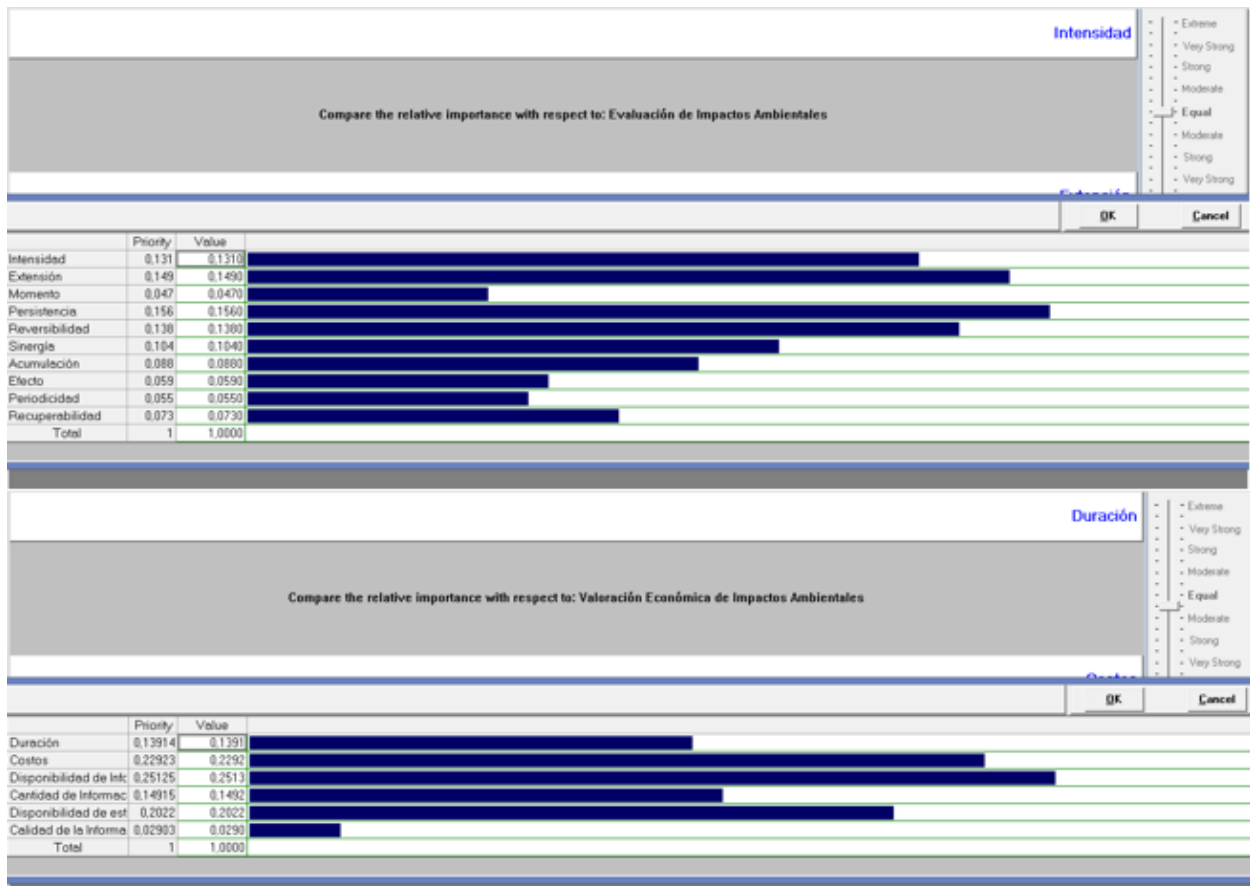
Seguidamente, se ingresa los resultados de la matriz de pago (Ver Figura 5) que se expuso en el apartado anterior al software en donde las filas son los impactos ambientales y las columnas los criterios de jerarquización.

Asimismo, la ponderación de cada criterio se ingresa de forma directa como paso final para el cálculo correspondiente a la priorización (Ver Figura 6). Se considera que los criterios relacionados con la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto de desarrollo poseen igual importancia que los criterios asociados con la Valoración Económica. En el análisis de sensibilidad se considera distintas participaciones de estas categorías y los resultados de la priorización relacionados con este cambio.

Figura 5. Ingreso de los resultados de la matriz de pago al software.

Ideal mode	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS
Alternative	Evaluación de Impactos Ambient Intensidad	Evaluación de Impactos Ambient Extensión	Evaluación de Impactos Ambient Momento	Evaluación de Impactos Ambient Persistencia	Evaluación de Impactos Ambient Reversibilidad	Evaluación de Impactos Ambient Sinergia	Evaluación de Impactos Ambient Acumulación	Evaluación de Impactos Ambient Efecto	Evaluación de Impactos Ambient Periodicidad
<input checked="" type="checkbox"/> Desestabilización	Alta	Puntual	Mediano Plazo	Constante	Irreversible	Sinergico	Acumulativo	Directo	Continuo
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación a	Media	Puntual	Inmediato	Temporal	Mediano plazo	Sinergico	Acumulativo	Directo	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Pérdida de	Alta	Extenso	Inmediato	Constante	Irreversible	Sinergico	Acumulativo	Directo	Continuo
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación a la	Muy Alta	Puntual	Inmediato	Constante	Irreversible	Sin sinergismo	Simple	Indirecto	Continuo
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación al	Baja	Parcial	Mediano Plazo	Momentaneo	Largo Plazo	Sinergico	Simple	Directo	Periodico
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación a	Alta	Extenso	Corto Plazo	Temporal	Mediano plazo	Sinergico	Simple	Directo	Periodico
<input checked="" type="checkbox"/> Generación de	Media	Puntual	Inmediato	Temporal	Mediano plazo	Sin sinergismo	Simple	Directo	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Generación de	Baja	Parcial	Inmediato	Momentaneo	Corto plazo	Sinergico	Simple	Indirecto	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Generación de	Alta	Parcial	Inmediato	Momentaneo	Corto plazo	Sinergico	Simple	Directo	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Generación	Baja	Parcial	Inmediato	Temporal	Mediano plazo	Sin sinergismo	Simple	Directo	Periodico
<input checked="" type="checkbox"/> Modificación del	Alta	Extenso	Inmediato	Constante	Irreversible	Sin sinergismo	Simple	Directo	Continuo
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación a los	Alta	Puntual	Corto Plazo	Temporal	Irreversible	Sinergico	Acumulativo	Indirecto	Continuo
<input checked="" type="checkbox"/> Incremento en los	Alta	Puntual	Corto Plazo	Temporal	Irreversible	Sinergico	Acumulativo	Indirecto	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación a	Alta	Parcial	Inmediato	Temporal	Largo Plazo	Sin sinergismo	Simple	Directo	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Desplazamiento	Baja	Puntual	Inmediato	Constante	Irreversible	Sinergico	Simple	Indirecto	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Alteración del	Alta	Extenso	Inmediato	Persistente	Largo Plazo	Sin sinergismo	Simple	Directo	Continuo
<input checked="" type="checkbox"/> Desplazamiento	Muy Alta	Puntual	Inmediato	Constante	Irreversible	Sinergico	Simple	Directo	Irregular
<input checked="" type="checkbox"/> Afectación del	Baja	Puntual	Inmediato	Constante	Irreversible	Sin sinergismo	Simple	Directo	Irregular

Figura 6. Ingreso de la ponderación de los criterios de ambas categorías.



5.4 RESULTADOS

Luego del ingreso de toda la información necesaria para la priorización de impactos ambientales, se procede a dar la orden de cálculo al software. Es así, que los resultados de la jerarquización se observan en la Figura 8 en donde se aprecia en orden de mayor a menor importancia los impactos ambientales que se consideran deben valorarse económicamente debido a la criticidad de los impactos que se generan en el proyecto de desarrollo que se planteó y la probabilidad de que el cálculo del valor económico encontrado al cambio del bien ambiental a analizar posea una incertidumbre aceptable.

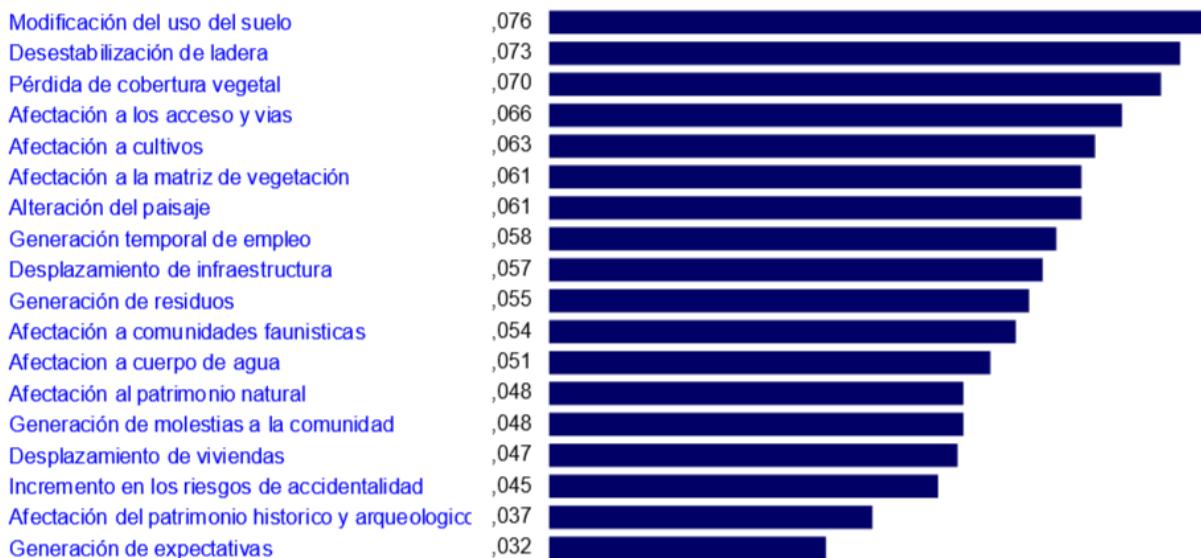
Figura 7. Resultado de la Jerarquización de Impactos Ambientales para la posterior Valoración Económica.

Model Name: Jerarquización de impactos ambientales-rating

Synthesis: Summary

Synthesis with respect to:

Goal: Priorizar impactos ambientales para la posterior valoración económica



Teniendo en cuenta el cálculo de la importancia de un impacto sobre un factor ambiental que propuso Conesa (Conesa, 2010), en donde los criterios de intensidad y extensión poseen un mayor peso en comparación del resto, los impactos que se listan a continuación presentarían un valor de importancia crítica o severo por lo cual estos serían los que mayor atención necesitarían en el plan de manejo

ambiental para que la entidad ambiental encargada en la expedición de la licencia ambiental no presente impedimentos en dar autorización.

- Desestabilización de laderas
- Pérdida de cobertura vegetal
- Afectación a la matriz de vegetación
- Generación de molestias a la comunidad
- Modificación del uso del suelo
- Afectación a los accesos y vías
- Incremento en los riesgos de accidentalidad
- Afectación a cultivos
- Alteración del paisaje

Los resultados obtenidos derivados de los criterios y la ponderación propuesta para la jerarquización coincide que los primeros cinco (5) impactos ambientales que la metodología considera que deben valorarse económicamente se encuentra dentro del conjunto de impactos ambientales con importancia crítica o severa para el medio ambiente.

Sin embargo, impactos ambientales como Afectación a comunidades faunísticas y Generación de molestias a la comunidad, que también se encuentran dentro de ese grupo, ocupan posiciones inferiores en la jerarquización. Esto se debe a que los criterios de la categoría de valoración económica poseen una participación menor o casi nula dentro del cálculo de la priorización. Es decir, que a pesar de la existencia de una metodología para la valoración del cambio del factor ambiental implicado, su desarrollo presentan inconvenientes ya sean por la duración de la realización (que superaría el estipulado para la presentación ante la entidad ambiental que expide el permiso ambiental), y/o los costos y/o la disponibilidad de información para su ejecución.

Por lo anterior, los resultados obtenidos por la metodología propuesta representan una solución a la problemática de la valoración económica que exige la normatividad, el decreto 2041 de 2014, de dar un valor monetario a la afectación de bienes ambientales por la ejecución de proyectos de desarrollo.

5.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

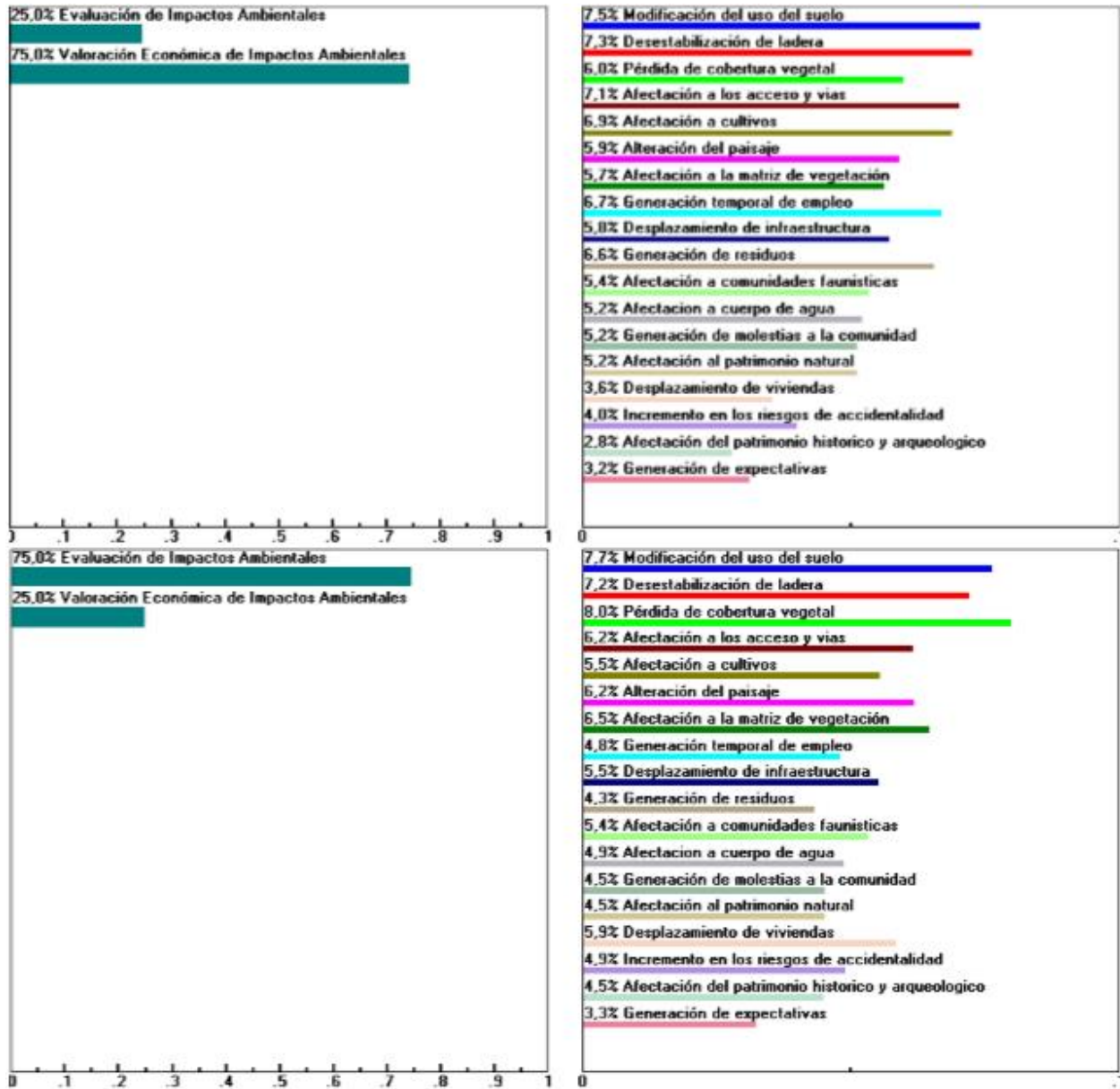
En el capítulo anterior se aprecian los resultados obtenidos de la priorización de impactos ambientales para la posterior valoración económica teniendo en cuenta los criterios y la ponderación provenientes de la encuesta realizada, sin embargo es necesario analizar su variación bajo diferentes escenarios de cambios (ver Tabla 14).

Tabla 14. Patrón de cambios para el análisis de sensibilidad.

	Patrón de Cambios
Variación de Pesos para las categorías principales	25% Evaluación de Impactos Ambientales – 75% Valoración Económica (Caso 1)
	75% Evaluación de Impactos Ambientales – 25% Valoración Económica (Caso 2)
Eliminación de criterios de la categoría Evaluación de Impactos Ambientales	Eliminación criterio Momento (Caso 3)
	Eliminación criterio Momento – Periodicidad (Caso 4)
	Eliminación criterio Momento – Periodicidad – Efecto (Caso 5)
Eliminación de criterios de la categoría Valoración Económica	Eliminación criterio Calidad de la Información (Caso 6)

En un principio se consideró que la participación de los criterios de la categoría de Evaluación de Impacto Ambiental posee igual importancia que los de la categoría de Valoración Económica para la jerarquización. Sin embargo, esta decisión no fue soportada mediante la recolección de opiniones por parte experto como se realizó para la escogencia de los criterios y su ponderación. En la Figura 8 analiza el cambio de los resultados de la priorización cuando la participación de ambas categorías es diferente.

Figura 8. Resultados de la Jerarquización de Impactos con variación en la ponderación de las categorías principales.

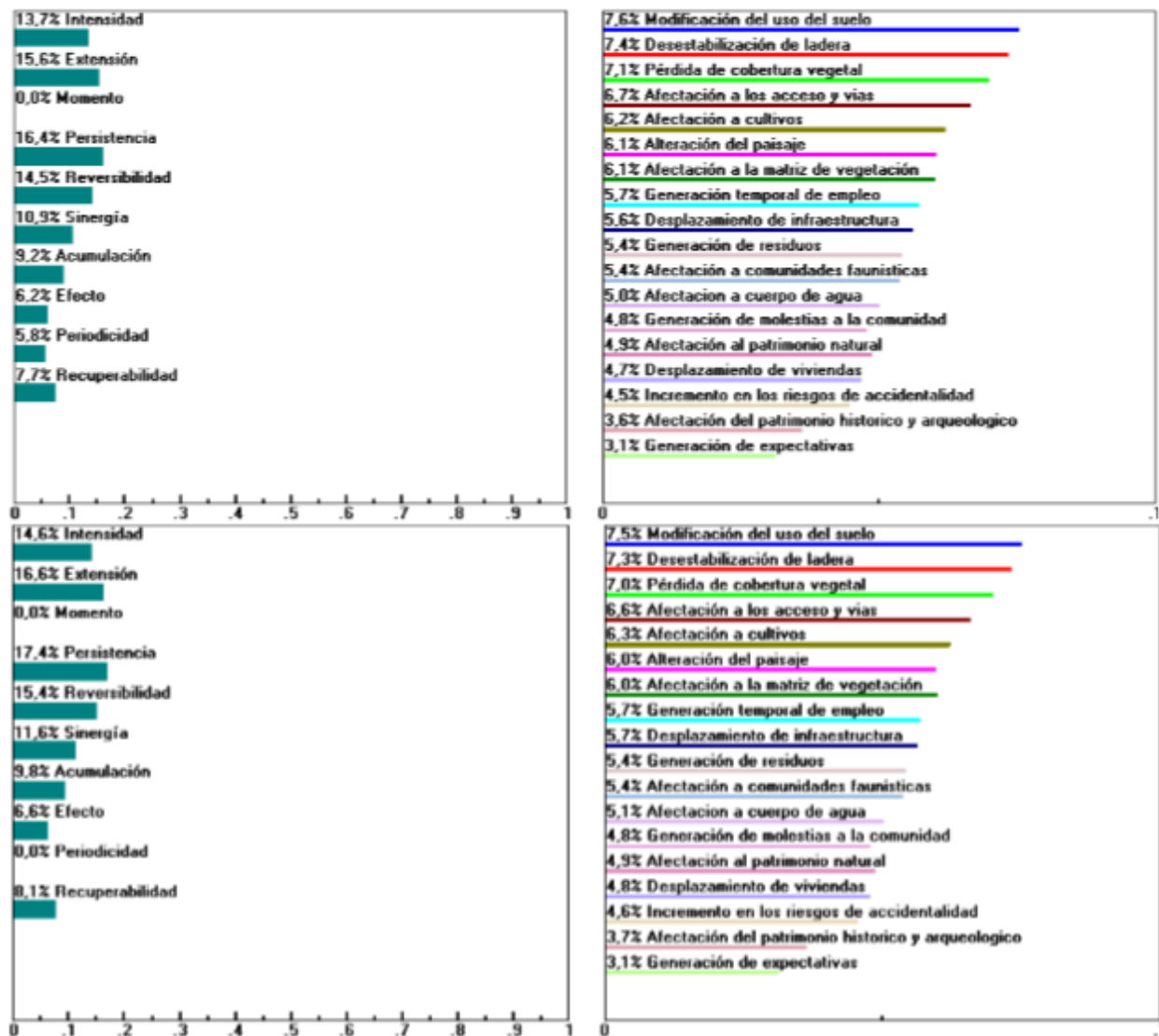


En el caso donde la categoría de Evaluación de Impacto Ambiental presenta una participación del 25% frente al 75% de la otra categoría, los resultados no sufren una variación drástica en comparación con el otro escenario propuesto. La jerarquización se mantiene en gran parte y el impacto con mayor puntuación para la valoración económica se conserva. En el otro escenario la variación de los resultados es más radical, el ranking de los primeros cinco (5) está integrada por diferentes impactos en distintas posiciones.

Como segundo escenario, se considera que variaciones en los pesos de los criterios que presentaron menor puntuación en el análisis realizado por medio de la encuesta. En la Figura 9 se aprecia los cambios

obtenidos en la priorización cuando el criterio Momento no participación en el cálculo y cuando lo criterios Momento y periodicidad no aportan a la jerarquización de impactos.

Figura 9. Resultados de la Jerarquización de Impactos con variación en la ponderación de los criterios Momento y Periodicidad.



En general, ante los cambios expuestos, la priorización presenta cambios mínimos en este escenario. En el caso Momento 0% y Periodicidad 0% ocurre un cambio de posición entre los impactos Generación de molestias a la comunidad por Afectación al patrimonio natural.

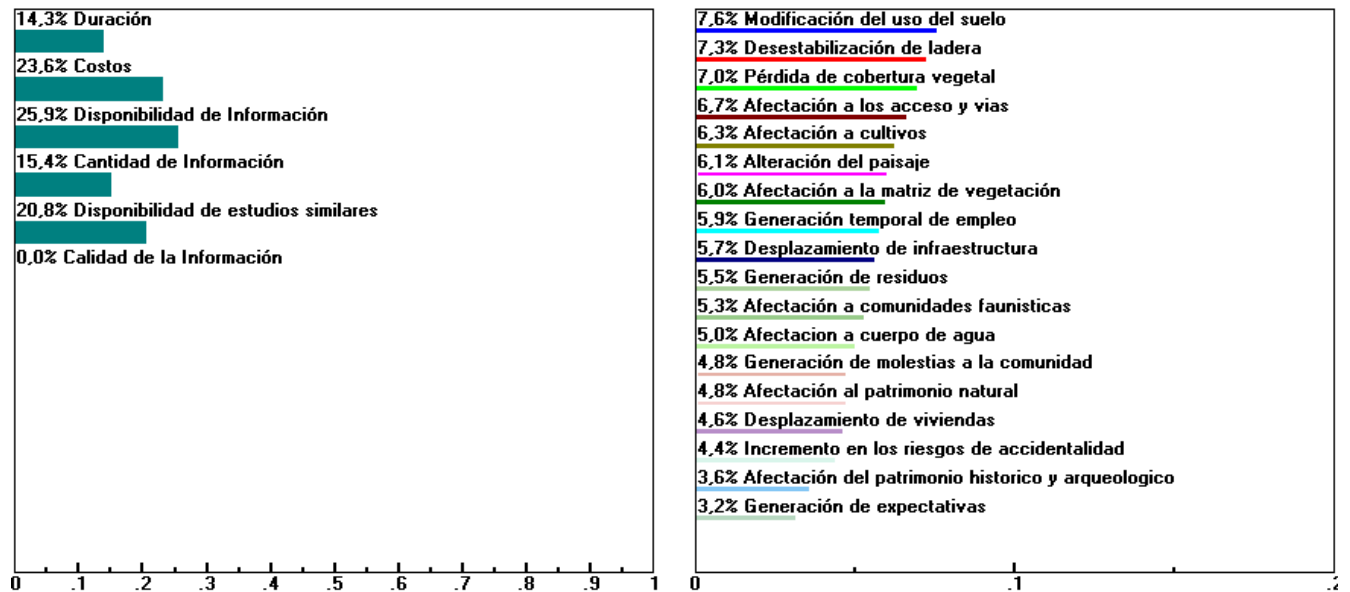
En la Figura 10 se observa los resultados obtenidos cuando se considera los criterios Momento, Periodicidad y Efecto no participan en la jerarquización. Los cambios que se generan son más numerosos

que los casos anterior, sin embargo no representan un diferencia sustancial con los resultados principales que generó la metodología.

Figura 10. Resultados de la Jerarquización de Impactos con variación en la ponderación en los criterios Momento, Periodicidad y Efecto.



Figura 11. Resultados de la Jerarquización de Impactos con variación en la ponderación en el criterio Calidad de la Información.



Finalmente, en la Figura 11 se analiza el resultado de la jerarquización de impactos en el caso de que el criterio Calidad de la Información no participa. Bajo este escenario, no existe cambios en la priorización y la puntuación no varía sustancialmente.

5.6 SELECCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA POSTERIOR VALORACIÓN ECONÓMICA.

Luego de obtener la jerarquización de los impactos ambientales, se procede a la selección de un subconjunto de impactos que se recomiendan para la posterior valoración económica. Para esto, se realiza una clasificación teniendo en cuenta el resultado inicial y los resultados obtenidos en cada uno de los escenarios propuestos en el análisis de sensibilidad con el fin de identificar el grupo de impactos que están presentes a pesar de las variaciones dentro de un rango definido con anticipación. En la Tabla 15 se listan los diferentes análisis para la determinación del subconjunto de impactos a valorar.

Tabla 15. Diferentes análisis de jerarquización para la posterior selección de impactos.

Análisis	Descripción
1	Resultado del proceso de jerarquización con pautas iniciales
2	Resultado del proceso de jerarquización para el caso #2 del análisis de sensibilidad
3	Resultado del proceso de jerarquización para el caso #3 del análisis de sensibilidad
4	Resultado del proceso de jerarquización para el caso #4 del análisis de sensibilidad
5	Resultado del proceso de jerarquización para el caso #5 del análisis de sensibilidad
6	Resultado del proceso de jerarquización para el caso #6 del análisis de sensibilidad
7	Resultado del proceso de jerarquización para el caso #7 del análisis de sensibilidad

Los impactos ambientales que fueron identificados en el caso de estudio y fueron de análisis para la escogencia del subconjunto de impactos para la posterior valoración económica se listan a continuación:

1. Desestabilización de Ladera
2. Afectación a cuerpos de agua
3. Pérdida de cobertura vegetal
4. Afectación a la matriz de vegetación
5. Afectación al patrimonio natural
6. Afectación a comunidades faunísticas
7. Generación de residuos

8. Generación de Expectativas
9. Generación de molestias a la comunidad
10. Generación temporal de empleo
11. Modificación del uso del suelo
12. Afectación a los accesos y vías
13. Incremento en los riesgos de accidentalidad
14. Afectación a cultivos
15. Desplazamiento de infraestructura
16. Alteración del paisaje
17. Desplazamiento de viviendas/familias
18. Afectación del patrimonio histórico y arqueológico.

El punto de corte realizar al análisis de la selección final de impactos para la posterior valoración económica, fue determinado por la suma del 50% con mayor importancia de acuerdo a los resultados obtenidos en cada uno de los análisis realizados en jerarquización. En la Tabla 16 se observan los impactos ambientales que se encontraban dentro del grupo del 50% en cada uno de los análisis.

Tabla 16. Impactos Ambientales que se encuentran dentro del grupo de 50% de mayor importancia.

	Análisis #1	Análisis #2	Análisis #3	Análisis #4	Análisis #5	Análisis #6	Análisis #7
	11	11	3	11	11	11	11
	1	1	11	1	1	1	1
	3	12	1	3	3	3	3
	12	14	16	12	12	12	12
	14	10	12	14	14	14	14
	4	7	4	4	4	16	4
	16	3	17	16	16	4	16
Total	7	7	7	7	7	7	7

Con la información de la tabla anterior, se identificaron los impactos ambientales que a pesar de las variaciones realizadas en cada uno de los análisis siempre estuvieron presentes entre el grupo del 50% de mayor importancia dentro de la jerarquización. Estos impactos fueron:

- Modificación del uso del suelo
- Desestabilización de Ladera
- Pérdida de cobertura vegetal
- Afectación a los accesos y vías

Es así, que se considera que el anterior grupo son los impactos ambientales que deben valorarse económica dentro del Estudio de Impacto ambiental para dar cumplimiento con el Decreto 2041 de 2014.

No obstante, en la Tabla 17 se observan la lista de los impactos ambientales propuestos para la valoración económica cuando el punto de corte para el análisis es diferente al 50%.

Tabla 17. Lista de impactos ambientales propuestos para la valoración económica cuando el punto de corte es 60% o 70% para el análisis de selección.

60%	70%
Modificación del usos del suelo	Modificación del usos del suelo
Desestabilización de ladera	Desestabilización de ladera
Pérdida de cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal
Afectación a los accesos y vías	Afectación a los accesos y vías
Afectación a la matriz de vegetación	Afectación a la matriz de vegetación
Afectación a cultivos	Afectación a cultivos
Desplazamiento de infraestructura	Desplazamiento de infraestructura
	Alteración del paisaje
	Afectación a comunidades faunísticas
Total = 7	Total = 9

6 CONCLUSIONES

El decreto 2041 de 2014 exige que los proyectos que requieren licenciamiento ambiental deben realizar una valoración económica de los impactos ambientales ocasionados por la ejecución en todas las fases del mismo. Sin embargo, el cumplimiento de esta exigencia representa grandes inconvenientes ya que hacer una valoración de la totalidad de los impactos es una tarea compleja y demandante en recursos como información, tiempo y dinero. Por lo anterior se propuso una metodología con el fin de dar solución a esta problemática y así ofrecer una herramienta a la hora de escoger los impactos ambientales que se deben valorar económicamente de acuerdo a una serie de criterios propuestos.

Los proyectos de desarrollo lineal –Líneas de Transmisión- ocasionan una gran cantidad y variedad de impactos ambientales, por lo cual, el abanico de alternativas para la jerarquización es amplia. En este punto se observa la necesidad de decidir, con base en criterios técnicos, cuáles impactos ambientales deben ser valorados de forma tal que se optimice el proceso de valoración y que la mayoría de los costos ambientales, entendidos como la valoración económica del impacto, sean incluidos en el análisis costo/beneficio posterior.

Los criterios para la selección del impacto ambiental a valorar y su ponderación fueron propuestos de acuerdo a la información recolectada en la revisión bibliográfica, revisión de Estudios de Impacto Ambiental y de la identificación de información mínima necesaria para adelantar los estudios de valoración económica, y estos a su vez soportados por medio de una encuesta realizada a un grupo de expertos. Un total de 13 personas con conocimiento en el tema propusieron y puntuaron criterios en cada categoría, número que permite dar validez a los resultados que arroja la encuesta. Los criterios definidos para el proceso multiobjetivos son:

Criterios para Evaluación de Impactos Ambientales	Criterios para Valoración Económica
Intensidad	Duración
Extensión	Costos
Momento	Disponibilidad de Información
Persistencia	Cantidad de Información
Reversibilidad	Disponibilidad de estudios similares
Sinergia	Calidad de la información
Acumulación	
Efecto	
Periodicidad	
Recuperabilidad	

Esta metodología fue aplicada al caso de estudio de la Conexión de la subestación PORCE III a la línea de transmisión SAN CARLOS – CERROMATOSO. De acuerdo a los resultados, se considera que la herramienta propuesta presenta validez y representa un recurso para la valoración económica de los impactos representativos de un proyecto de desarrollo lineal –Líneas de transmisión- teniendo en cuenta

las limitaciones presentes en el mismo para el cumplimiento de la normativa colombiana. Esta metodología posee flexibilidad para ser adaptada a diferentes tipos de proyectos lineales o concentrados ya que los criterios para la selección de los impactos ambientales fueron definidos para todo tipo de proyecto.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las encuestas:

- Con respecto a los criterios de la categoría de Valoración Económica presentaron, en general, uniformidad en las puntuaciones dadas por los encuestados con mayor experiencia en esta área.
- Por el contrario, con los criterios de la categoría de Evaluación de Impactos Ambientales se registraron mayor variabilidad en los resultados obtenidos por los encuestados con mayor experiencia en esta área. (Sólo se presentó similitud en los 3 criterios mejor puntuados).
- Se observó que la mitad más uno de los encuestados afirman que deben ser considerados para la jerarquización de los impactos ambientales para la posterior valoración económica todos los impactos ambientales a pesar de que algunos de ellos pueden ser gestionados dentro del Plan de Manejo Ambiental.

En el análisis de sensibilidad realizado, se observan la variación que presenta los resultados de la priorización en otros escenarios de pesos, cuya desviación es mínima en gran parte de los escenarios planteados. Sin embargo, los resultados presentaron mayor variación cuando la categoría de Valoración Económica posee mayor importancia en comparación con la de Evaluación de Impactos Ambientales, por lo cual se recomienda validar la puntuación de ambas categorías en un trabajo futuro. Asimismo, los resultados de la matriz de pago en la categoría de Valoración Económica debe ser resultado de un consenso de los especialistas que ejecutan los estudios de Impacto Ambiental para la licencia ambiental.

Los impactos ambientales que se proponen para la valoración económica para el caso de estudio estudiado, y teniendo en cuenta con el análisis realizado con el punto de corte en 50%, son los siguientes:

- Modificación del uso del suelo
- Desestabilización de Ladera
- Pérdida de cobertura vegetal
- Afectación a los accesos y vías

7 BIBLIOGRAFIA

- (OECD), O. for economic cooperation and development. (1995). *The Economic Appraisal of environmental projects and policies: A practical Guide*.
- Alvarez, A., Casimiro, A., & Zekri, S. (1994). Intertemporal profits from soil conservation practices in Mediterranean dry farming. *Environmental and Land Use Issues: An Economic Perspective*, 277–286.
- Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, M. (2003). *Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales*.
- Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, M., & Andes, U. de los. (n.d.). *Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental. Manual Técnico*.
- Anderson, D. (2010). Estimating the economic value of ice climbing in Hyalite Canyon: An application of travel cost count data models that account for excess zeros. *Journal of Environmental Management*, (91), 1012–1020.
- Arslan, O. (2009). Quantitative evaluation of precautions on chemical tanker operations. *Process Safety and Environmental Protection*, (87), 113–120.
- Azqueta, D. (1995). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental* (p. 299). Mc Graw Hill.
- Bastidas, M. (2010). *Análisis multiobjetivo para la optimización en sistemas de generación de energía*. Universidad Nacional de Colombia.
- Birol, E., Karousakis, K., & Koundouri, P. (2006). Using economic valuation techniques to inform water resources management: a survey and critical appraisal of available techniques and an application. *The Science of the Total Environment*, 365(1-3), 105–22.
<http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.032>
- Bottero, M., Comino, E., Riggio, V. (2011). Application of the Analytic Hierarchy Process and the Analytic Network Process for the assessment of different wastewater treatment systems. *Environmental Modelling & Software*, 10(26), 1211–1224.
- Brookshire, D., & Neil, H. (1992). Benefits transfers: Conceptual and empirical issues. *Water Resources Research*, 28(3), 651–655.
- Castiblanco, C. (2003). *Los métodos de Valoración Económica del medio ambiente: Conceptos Preliminares*. (p. 42). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Cerón, J., & Sanchez, R. (2007). *Expert Choice & Mindmanager* (p. 34). Bogotá.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. (Cuarta, p. 864). España: Mundi-Prensa.

- Contreras, F., Hanaki, K., Aramaki, T., & Connors, S. (2008). Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. *Resource, Conservation and Recyclin*, 7(52), 979–991.
- De Groot, R. S., Wilson, M. a, & Boumans, R. M. . (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393–408. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- De Valck, J., Vlaeminck, P., Broekx, S., Liekens, I., Aertsens, J., Chen, W., & Vranken, L. (2014). Benefits of clearing forest plantations to restore nature? Evidence from a discrete choice experiment in Flanders, Belgium. *Landscape and Urban Planning*, 125, 65–75. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.02.006>
- Desvouges, W., Naughton, M., & Parsons, G. (1992). Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies. *Water Resources Research*, 28(3), 675–683.
- Figueroa, J., Greco, S., Ehrgott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art surveys*. (p. 1035). Springer.
- Fleming, C., & Cook, A. (2008). The recreational value of lake Mackenzie, Fraser Island: AN application of travel cost method. *Tourism Management*, (29), 1197–1205.
- Gurluk, S., Rehber, E. (2008). A travel cost study to estimate recreational value for a bird refuge al lake Many, Turkey. *Journal of Environmental Management*2, (88), 1350–1360.
- Jianjun, J., Chong, J., & Lun, L. (2013). The economic valuation of cultivated lan protection: A contingent valuation study in Wenling City, China. *Landscape and Urban Planning*, (119), 158–164.
- Konidari, P., Maviakis, D. (2007). A multicriteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. *Energy Policy*2, 12(35), 6235–6257.
- Lindhjem, H., Hu, T., Ma, Z., Magne, J., Song, G., Vennemo, H., & Wu, J., Zhang, S. (2007). Environmental economic impact assessment in China: Problemas and Prospects. *Environmental Impact Assessment Review*, (27), 1–25.
- Machín, M., & Casas, M. (2006). Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado. *Revista Futuros*, 4(13), 1–9.
- Mendieta, J. (2001). *Manual de Valoracion Economica de Bienes no Mercadeables, Aplicaciones de las Tecnicas de Valoración no Mercadeables y el Analisis Costo-Beneficio del Medio Ambiente*. Bogotá: Centro de Estudios sobre desarrollo económico CEDE. Facultad de Economía. Universidad de los Andes.
- Osorio Munera, J. D. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: Estado del arte y Aplicaciones. *Semestre Económico*, 9(18), 107–124.

- Panduro, T. E., & Veie, K. L. (2013). Classification and valuation of urban green spaces—A hedonic house price valuation. *Landscape and Urban Planning*, *120*, 119–128.
<http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.08.009>
- Ramanathan, R. (2001). A note on the use of the Analytic Hierarchy Process for environmental impact assessment. *Information Sciences*, *1*, 485–500.
- Rosenberger, R., & Loomis, J. (2003). *Cap 12. Benefit transfer. A primer on Nonmarket valuation*. (A. C. Patricia & J. B. Kevin, Eds.). New York: Thomas C brown Business & Economics.
- Sander, H. a, & Haight, R. G. (2012). Estimating the economic value of cultural ecosystem services in an urbanizing area using hedonic pricing. *Journal of Environmental Management*, *113*, 194–205.
<http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.031>
- Smith, R., Mesa, O., Dyner, I., Jaramillo, P., Poveda, G., & Valencia, D. (2000). *Decisiones con multiples objetivos e incertidumbre* (p. 354). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Subramanian, N., & Ramanathan, R. (2012). A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. *International Journal Production Economics*, (138), 215–241.
- Tao, Z., Yan, H., & Zhan, J. (2012). Economic Valuation of Forest Ecosystem Services in Heshui Watershed using Contingent Valuation Method. *Procedia Environmental Sciences*, *13*(2011), 2445–2450.
<http://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.233>
- Vasquez, F., Cerda, A., & Orrego, S. (2007a). Método de Valoración Contingente. In *Valoración Económica del Ambiente: Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones*. Thomson Learning.
- Vasquez, F., Cerda, A., & Orrego, S. (2007b). Método del Costo de Viaje. In *Valoración Económica del Ambiente: Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones*. Thomson Learning.
- Wilson, M. a., & Hoehn, J. P. (2006). Valuing environmental goods and services using benefit transfer: The state-of-the art and science. *Ecological Economics*, *60*(2), 335–342.
<http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.08.015>
- Yang, M., Khan, F., Sadiq, R. (2011). Priorization of environmental issues in offshore oil and gas operations: A hybrid approach using fuzzy inference system and fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Process Safety and Environmental Protection*, *1*(89), 22–34.
- Yu, Q., Zhixian, H., Zhiguo, Y. (2007). Integrated assessment of environmental and economic performance of chemical products using Analytic Hierarchy Process approach. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, *1*(15), 81–87.

8 ANEXOS

8.1 DEFINICIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El primer paso para poder especificar los impactos ambientales que serán valorados económicamente es listar todos aquellos impactos que estarán involucrados y se identificaran en primera instancia en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), luego con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto de Desarrollo al cual se le realizará el análisis. En general, los impactos presentes en estos proyectos se encuentran en la Tabla 4 del capítulo 4, sección 4.1 de este documento y en la Tabla 18 se apreciarán la definición de cada uno de estos impactos.

Tabla 18. Definición de los impactos ambientales que generalmente se presentan en Estudios de Impacto Ambiental en Proyecto de Desarrollo.

IMPACTOS AMBIENTALES	DEFINICIÓN⁶
Desestabilización de laderas	Se genera por remoción de la cobertura vegetal, movimientos superficiales o profundos del material terreo, aumentado temporalmente su exposición a factores climáticos, y/o por el desequilibrio causado por una excavación o corte de altura significativa o con ángulo muy pronunciado; los cuales pueden desencadenar desprendimiento de material a corto, mediano o largo plazo.
Contaminación atmosférica	Se hace referencia a contaminación atmosférica a la alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, de gases e incremento en los niveles de ruido.
Generación de radio-interferencia e inducción eléctricas	Consiste en la interferencia no deseada en la banda de comunicaciones de radiofrecuencia (ondas de radio), ocasionadas por las descargas del efecto corona en una línea de transmisión. Las inducciones eléctricas pueden causar a persona o animales, descargas de corriente al contacto con objetos metálicos inducidos por la cercanía a las líneas de transmisión en operación, como consecuencia del campo eléctrico generada por éstas.
Afectación a la capacidad protectora del suelo	Se encuentra relacionada con la remoción de los diferentes grupos de cobertura vegetal, los cuales garantizan la protección del suelo ante procesos erosivos causados esencialmente por factores climáticos y antrópicos.
Cambios en las propiedades físico – químicas del suelo	Los cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo causadas por la generación de procesos erosivos y desestabilización de laderas y por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados.
Afectación de cuerpos de agua	Es la alteración de la cantidad y calidad física, química o biológica del recurso hídrico o modificación del drenaje

⁶ De acuerdo a los Estudios de Impacto Ambiental facilitados por la empresa Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.

	natural, originados por el aporte de sedimentos, represamientos, formación de barreras y zonas de depósito de materiales, alteración de la dinámica fluvial, aporte de material orgánico, aguas residuales o residuos líquidos con altos contenido de grasas y aceites.
Pérdida de cobertura vegetal	Es la eliminación de la vegetación y puede darse sobre individuos aislados o asociados a especies endémicas, raras, amenazadas, en peligro de extinción u objeto de protección jurídica como las vedas.
Afectación a la matriz de vegetación	Consiste en la división de las formaciones de vegetación leñosa continuas en fragmentos de diferentes tamaños, con el consecuente aumento del efecto de borde, aumento en la distancia entre fragmentos y la disminución de la continuidad asociada como resultado del cruce de las líneas por éstos.
Afectación al patrimonio natural	Es la pérdida o afectación de biodiversidad causada por la eliminación o afectación de las formaciones vegetales localizadas en bosques primarios o secundarios, paramos y ecosistemas estratégicos y áreas de manejo especial.
Alteración al hábitat	Se encuentra relacionado con la remoción vegetal, movimientos de tierras y adecuación de sitios, lo cual afectará algunos hábitats apropiados para la fauna y flora.
Afectación a la biodiversidad	Hace referencia a la pérdida o afectación en densidad y diversidad en fauna y flora por la remoción de vegetación.
Afectación a zonas declaradas	Es la afectación o pérdida de fauna y flora en zonas declaradas por el cual debe atravesar líneas de transmisión y la servidumbre de ésta exige la tala y poda de vegetación.
Afectación a comunidades faunísticas	Es la afectación de fauna silvestre.
Generación de residuos	Es correspondiente a los residuos sólidos y líquidos que se generan en cada una de las actividades de construcción y operación de subestaciones.
Generación de Expectativas	Hace referencia a las expectativas relacionadas con el valor a pagar por la compra de los terrenos, adquisición de servidumbre, contratación de mano de obra, impactos del proyecto, cumplimiento de los acuerdos del Plan de Manejo Ambiental y a los posibles beneficios que el proyecto pueda traer.
Generación de molestias a la comunidad	La generación de molestias a las comunidades residentes en el área de influencia del proyecto puede estar motivada por los daños que se puedan causar en infraestructura y mejora de propiedades, congestión o interrupción temporal de accesos, aparición o incremento de tráfico vehicular, ruido, polvo y tensión por la presencia de personal ajeno a la zona con lo cual se altera la cotidianidad de las comunidades.

Generación temporal de empleo	Se refiere a la contratación de mano de obra temporal durante la construcción y operación de las líneas de transmisión y subestaciones.
Modificación del uso del suelo	Esta concierne a la transformación de áreas dedicadas a una actividad económica u otro uso definido por el cambio permanente para la construcción, instalación o ampliación de subestaciones y líneas de transmisión.
Afectación a los accesos y vías	Esta se relaciona con los daños que puedan ser causados por la utilización de las vías de acceso existentes para la movilización de vehículos con materiales de construcción, desplazamiento de equipo pesado, entre otros.
Incremento del riesgo de accidentalidad	Hace referencia al aumento de riesgo de accidentes por el incremento de tráfico de automotores, deficiencias en el mantenimiento de vehículos, la inadecuada señalización o falta de la misma y falta de información para los habitantes usuarios de las vías.
Afectación a cultivos	Es la afectación o pérdida permanente o transitoria de cultivos y mejoras, tales como: cercas, conducciones o captaciones de agua.
Potenciación de conflictos	Los conflictos sociales, culturales y políticos existentes en la regiones pueden ser potencializados debido al desconocimiento y a la ausencia de pautas de comportamiento basadas en el respeto y la prudencia que debe guardar el personal vinculado al proyecto; además de incumplimiento en la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, inadecuada identificación de impactos, falta de espacios para la participación comunitaria, inadecuada negociación de servidumbre y expectativas por beneficios del proyecto.
Desplazamiento de infraestructura	La restricción del uso del suelo causada por las líneas o subestaciones, para la permanencia de infraestructura comunitaria o de otro tipo; genera alteraciones sociales y económicas a las familias y a las comunidades debido a la pérdida temporal o definitiva de servicios sociales comunitarios o a las actividades productivas de los propietarios.
Alteración del paisaje	Es un cambio visible del paisaje natural y cultural, ocasionado por la inserción de líneas y subestaciones o por los cambios topográficos y del uso del suelo asociado a éstas.
Desplazamiento de viviendas/familias	Las líneas de transmisión y subestaciones restringen el uso del suelo para la permanencia de viviendas actuales y futuras, dentro del corredor de servidumbre y predio de construcción para subestaciones. Dicha restricción causa el desplazamiento involuntario de familias, lo que puede generar cambios en sus formas de adaptación económica y cultural.

Afectación del patrimonio histórico y arqueológico	Consiste en la afectación de restos arqueológicos o en su defecto a los posibles yacimientos de estos en la zona de influencia del proyecto.
--	--

8.2 ENCUESTA

Para la construcción de la encuesta se tuvo en cuenta su objetivo general y los datos que serán extraídos para su procesamiento permitiendo así obtener la información necesaria para la investigación.

Esta encuesta consta de una introducción en donde se contextualiza al encuestado con la finalidad de la encuesta y se presenta la importancia de la colaboración de cada uno de ellos para cumplir el objetivo general de la investigación. A continuación se muestra el contenido de la encuesta y el formato original se encuentra en el archivo Encuesta (Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel). La definición de los criterios propuestos se encuentra en el Capítulo 4, sección 4.3 con sus respectivos indicadores para su medición.

ENCUESTA

Buenos días/tardes,

El decreto 2820 de 2010 exige que los proyectos que requieren licenciamiento ambiental deben realizar una valoración económica de los impactos ambientales ocasionados por la ejecución en todas las fases del mismo. Por el alcance de los estudios de valoración económica, hacer una valoración de la totalidad de los impactos es una tarea compleja y demandante en recursos como información, tiempo y dinero. Partiendo de que en general los ejecutores de los proyectos poseen estos recursos limitados, es importante establecer una metodología que permita hacer una priorización de impactos ambientales para su posterior valoración.

Aunque en el Manual Técnico de Evaluación Económica de los Impactos Ambientales en Proyectos que emitió el Ministerio se establece claramente una metodología que permite seleccionar cuáles impactos se deben valorar basándose en criterios como potencialidad del impacto y la capacidad de internalizarse en el Plan de Manejo Ambiental, hay otros criterios asociados no sólo con las características de los impactos ambientales sino con las metodologías de valoración económica que deberían ser tenidos en cuenta a la hora de seleccionar dichos impactos. En la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, se está desarrollando una tesis de maestría cuyo objetivo es proponer una herramienta que permita, a través de un proceso de jerarquización que tiene en cuenta diversos criterios, seleccionar los impactos ambientales causados por proyectos de transmisión de energía eléctrica a ser valorados económicamente en el marco de los Estudios de Impacto Ambiental.

Con el fin de desarrollar dicha metodología es necesario contar con el criterio de expertos tanto en el área de Evaluación de Impacto Ambiental como en el área de Valoración Económica de cambios en la calidad ambiental. Por ello le solicitamos comedidamente responder la siguiente encuesta y devolvérsela a través del correo electrónico. Agradecemos de antemano su colaboración y le estaremos informando sobre los resultados de nuestra investigación.

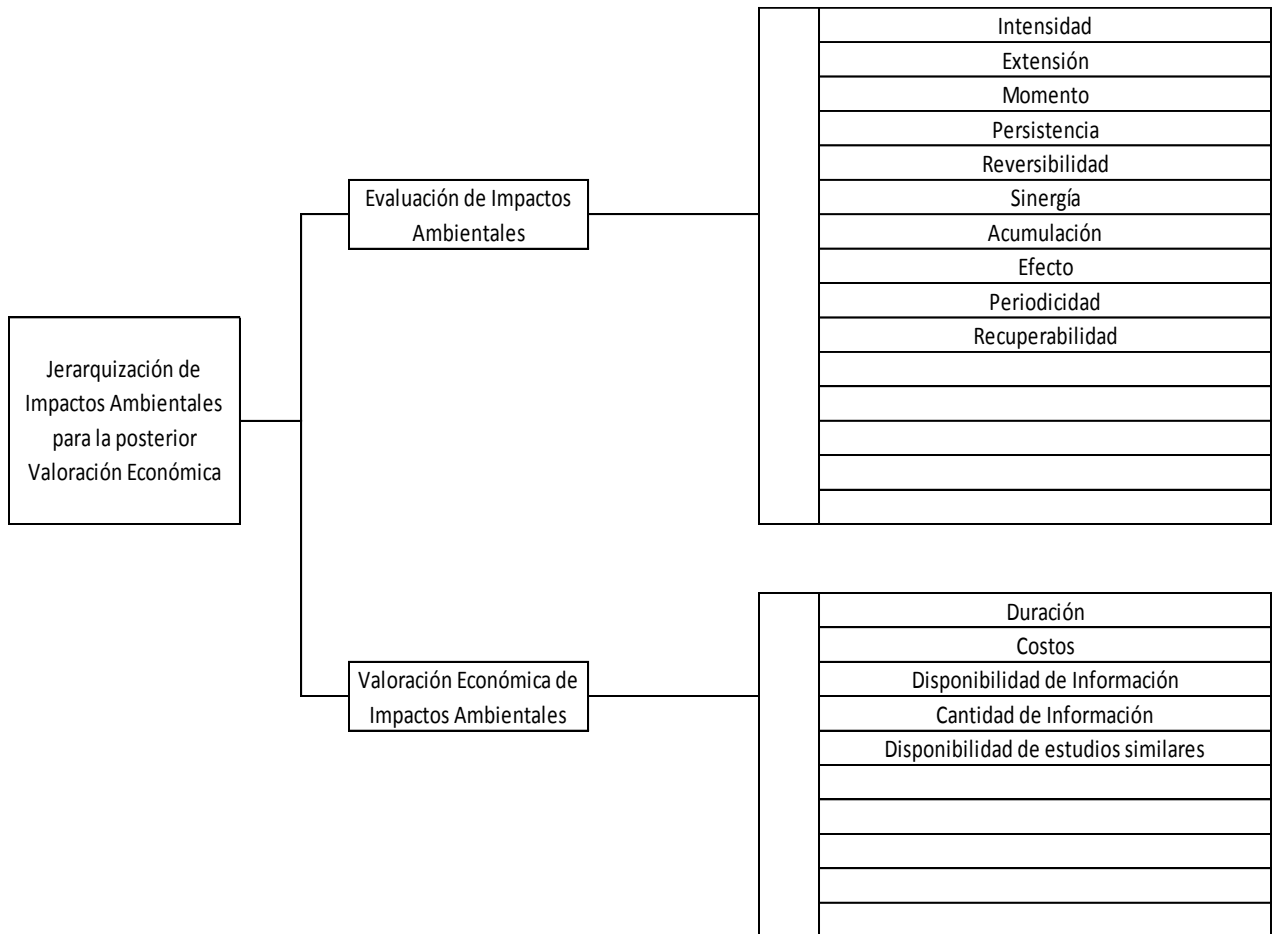
En la página siguiente encontrará los criterios que estamos proponiendo para ser tenidos en cuenta en la selección de impactos a ser valorados. Estos criterios corresponden no sólo a características de los impactos sino a las posibilidades y limitaciones de las metodologías de valoración económica de la calidad ambiental. Le solicitamos leer primero estos criterios antes de responder la encuesta.

1. Considera que los criterios propuestos en la página siguiente para ser tenidos en cuenta, permiten jerarquizar los impactos ambientales que deben ser valorados económicamente?. Marque con una (X) su respuesta. Por favor leer en la siguiente página la definición de cada uno de estos criterios con los respectivos indicadores que permiten su medición.

Si

No

En caso de ser negativa su respuesta por favor eliminar del mapa la(s) celda(s) correspondiente(s) a los atributos que consideren sin importancia o agregue alguno(s) que considere relevantes y que no hayan sido considerados.



2. Si en el punto anterior añadió algún criterio, por favor definir cada uno de estos.

**Criterios para jerarquización teniendo en cuenta la Valoración Económica
de Impactos Ambientales**

Duración	1	
Costos	0	
Disponibilidad de Información	0	
Cantidad de Información	0	
Disponibilidad de estudios similares	0	
0	0	
0	0	
0	0	
0	0	
0	0	

4. Considera que se deben valorar económicamente aquellos impactos ambientales que pueden ser gestionados dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA)?

SI

NO

Caracterización del encuestado. Marque con una (X) su respuesta

5. Cuál es el último nivel alcanzado de estudio?

- Tecnólogo
- Universitario
- Especialista
- Magister
- Doctorado

Por favor indicar cuál es:

6. En qué sector se desempeña?

- Consultoría
- Académico
- Sector Público

Empresa que ejecuta proyectos

7. Cuanta ha sido su experiencia en Evaluación de Impactos Ambientales?

0 a 12 meses

12 a 24 meses

24 a 36 meses

36 a 48 meses

Mayor a 48 meses

Por favor indicar la cantidad de estudios aproximados en el cual ha participado:

8. Cuanta ha sido su experiencia en Valoración Económica de Impactos Ambientales?

0 a 12 meses

12 a 24 meses

24 a 36 meses

36 a 48 meses

Mayor a 48 meses

Por favor indicar la cantidad de estudios aproximados en el cual ha participado:

MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO Y COLABORACIÓN

8.3 CARACTERIZACIÓN DEL ENCUESTADO

La encuesta fue diligenciada por 13 expertos en las áreas involucradas en la investigación. En las siguientes figuras se observan cada una de las características de los encuestados que fueron evaluadas.

Figura 12. Último nivel de estudio alcanzado vs Número de encuestados que señalaron la respuesta.

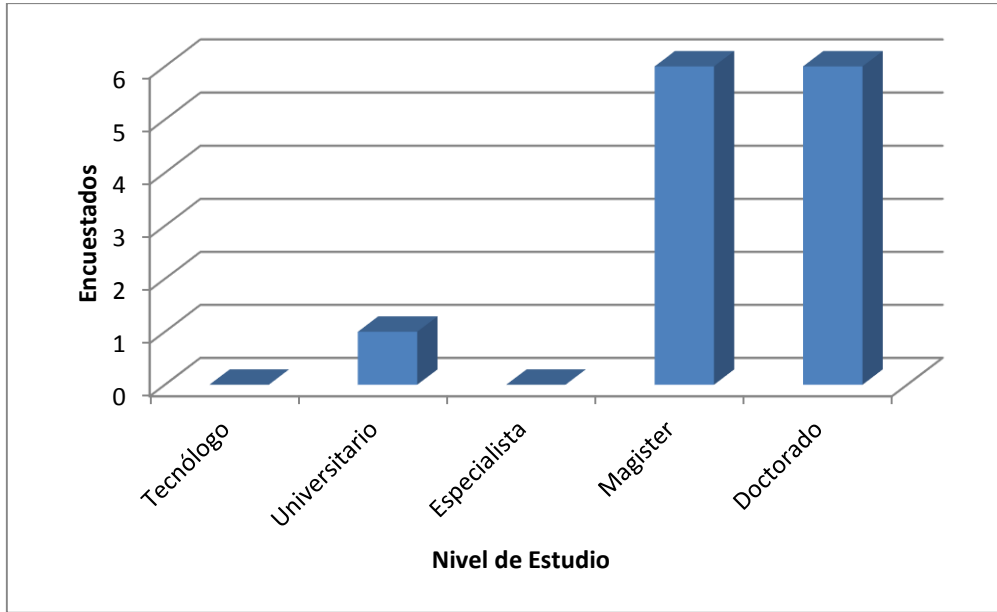


Figura 13. Sector en el que se desempeña vs Número de encuestados que señalaron la respuesta.

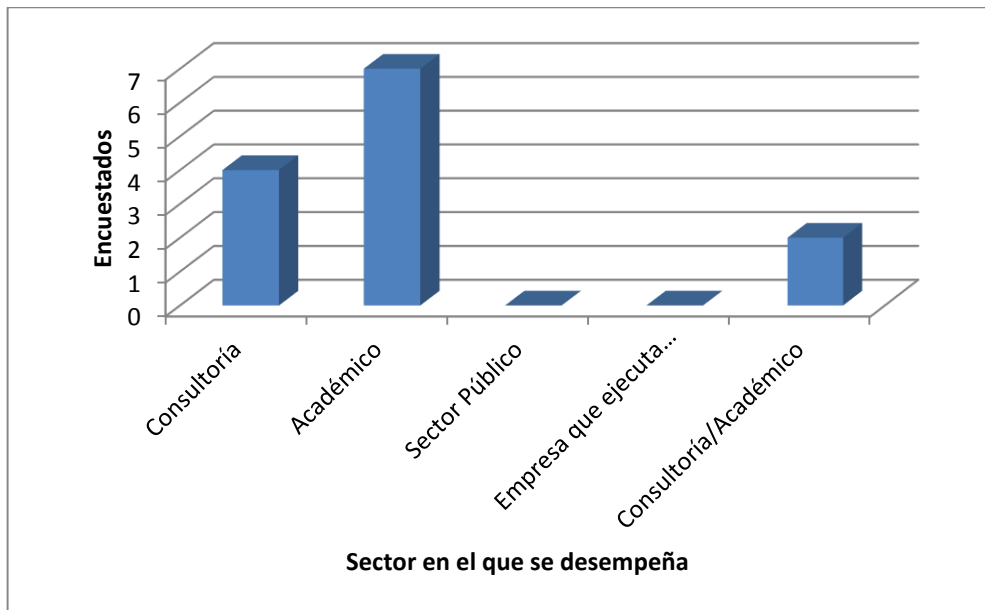


Figura 14. Experiencia registrada de los expertos en Evaluación de Impactos Ambientales vs Número de encuestados que señalaron la respuesta.

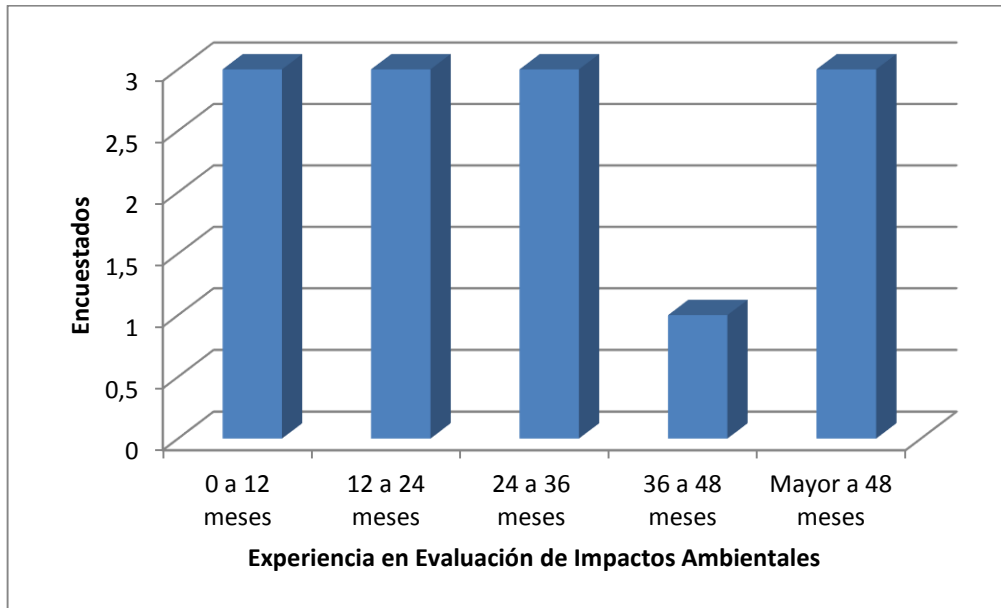


Figura 15. Cantidad de proyectos registrados como experiencia en Evaluación de Impactos Ambientales por los encuestados.

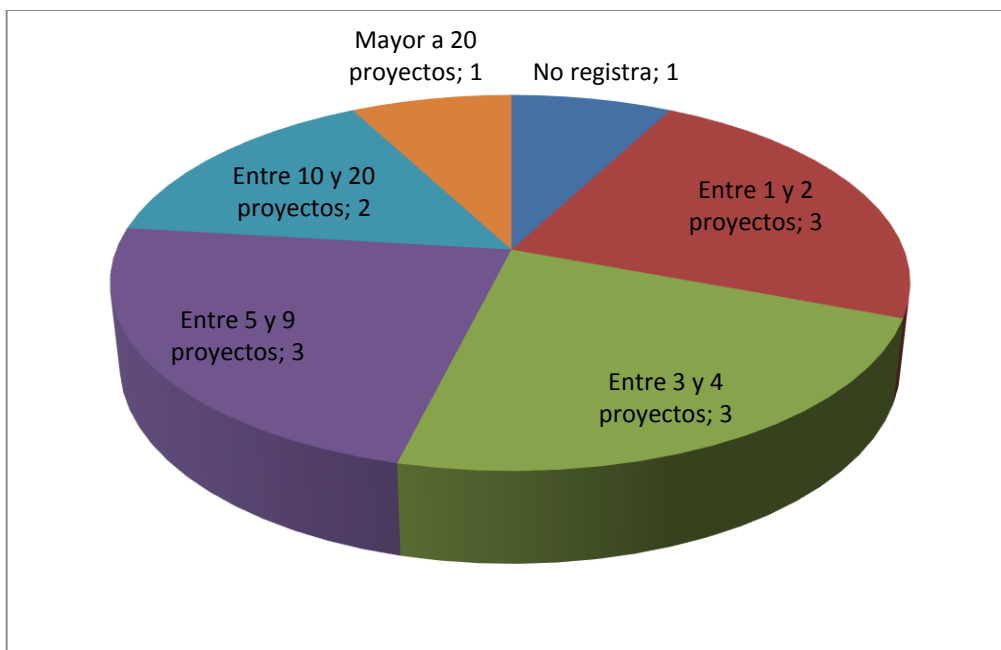


Figura 16. Experiencia registrada de los expertos en Valoración Económica vs Número de encuestados que señalaron la respuesta.

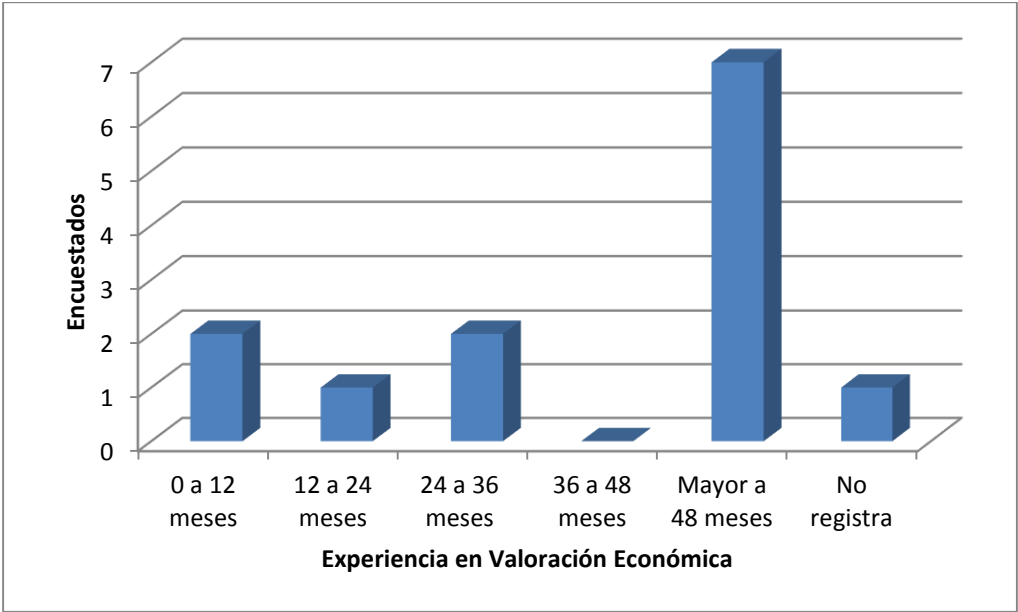
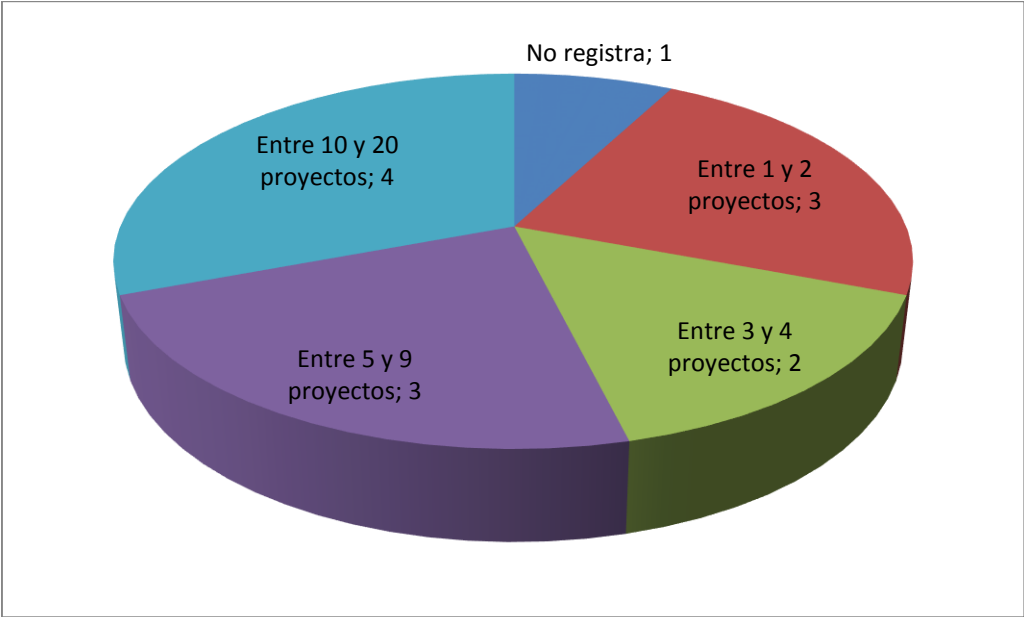


Figura 17. Cantidad de proyectos registrados como experiencia en Valoración Económica por los encuestados.



8.4 IMPACTOS AMBIENTALES VS METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN ECONÓMICA.

Para el diligenciamiento de la matriz de pago, se hace necesario listar los impactos ambientales identificados en el Estudio de Impacto Ambiental y relacionarla con la metodología de valoración económica que se emplearía (Ver Tabla 19). Lo anterior es indispensable ya que la puntuación de los criterios depende directamente del método de Valoración Económica.

Tabla 19. Impactos Ambientales vs Metodologías de Valoración Económica.

IMPACTOS AMBIENTALES		MÉTODO DE VALORACIÓN ECONÓMICA
Desestabilización de laderas	Valor de uso	Métodos de costos inducidos
Afectación de cuerpos de agua	Valor de uso: agua que alimenta un acueducto, para recreación, riego de cosechas. Valor de no uso: herencia y existencia	Método de costos inducidos Método del costos de viaje Valoración Contingente Experimentos de Elección
Pérdida de cobertura vegetal	Valor de no uso: existencia y herencia	Valoración Contingente
Afectación a la matriz de vegetación	Valor de no uso	Valoración Contingente
Afectación al patrimonio natural	Valor de no uso: existencia y herencia	Valoración Contingente
Afectación a comunidades faunísticas	Valor de no uso: existencia y herencia	Valoración Contingente
Generación de residuos	Valor de uso	Métodos de costos inducidos
Generación de Expectativas	Valor de uso: Cambios en los precios de la tierra por la llegada de proyectos de desarrollo.	Método de precios hedónicos
Generación de molestias a la comunidad	Valor de no uso	Método de valoración contingente
Generación temporal de empleo	Valor de uso	Método de valoración contingente
Modificación del uso del suelo	Valor de uso	Método de costos inducidos (Cambio en la productividad)
Afectación a los accesos y vías	Valor de uso	Métodos de costos inducidos
Incremento del riesgo de accidentalidad	Valor de uso: afectación a la salud humana y pérdida de vida humana	Método de costos inducidos
Afectación a cultivos	Valor de uso	Método de costos inducidos

Desplazamiento de infraestructura	Valor de uso Valor de no uso: Existencia	Método de costos inducidos Método de valoración contingente
Alteración del paisaje	Valor de uso: Recreación Valor de no uso: herencia y existencia	Método del costo de viaje Valoración contingente
Desplazamiento de viviendas/familias	Valor de uso: Nuevas tierras, nuevas viviendas Valor de no uso: Lazos familiares, asociaciones colectivas, costumbres, cultura	Métodos de costos inducidos Método de Valoración Contingente
Afectación del patrimonio histórico y arqueológico	Valor de no uso: Existencia	Valoración Contingente