

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL EN COLOMBIA**

RENSON JESÚS MARTINEZ PRADA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES
MAESTRIA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
BOGOTA
2010**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL EN COLOMBIA**

RENSON JESÚS MARTINEZ PRADA

**Trabajo para optar al título de:
Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo**

**Director
JOSE JAVIER TORO CALDERÓN
Profesor Asociado IDEA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES
MAESTRIA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
BOGOTA
2010**

Este trabajo está dedicado a mi familia, especialmente a mis padres, mi esposa Gleydis y mis dos hijos Julián David y Liz Mariana, quienes dan sentido a mi vida y son el motivo de los logros propuestos y alcanzados.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me ha orientado siempre en la toma de decisiones que favorecen mi bienestar y el de quienes me rodean.

Al profesor José Javier Toro, quien de forma responsable y oportuna siempre estuvo atento a dirigir y orientar el desarrollo del presente trabajo.

A la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial por facilitar el acceso a la información consultada para el Estudio de Caso.

Al Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia, que ha propiciado los escenarios para pensar desde una perspectiva amplia que genera ideas alternativas para plantear soluciones a muchos de los problemas que afectan el ambiente.

RESUMEN

El presente trabajo genera una propuesta metodológica para la EIA en Colombia, en la que se incorpora un análisis conceptual de los criterios seleccionados para la valoración de la importancia de los impactos y se correlaciona la importancia de las medidas de manejo ambiental con la valoración final del impacto.

A través de un análisis basado en el concepto de impacto ambiental, se seleccionaron siete variables cualitativas: carácter, intensidad, cobertura, sinergismo, acumulación, reversibilidad y periodicidad, a través de las cuales se logró obtener un índice de importancia en función de la calidad ambiental que representa el impacto causado, sin considerar las medidas de manejo ambiental.

Adicionalmente, el modelo propuesto, incorpora el cálculo de la importancia neta del impacto como un procedimiento más objetivo para determinar la importancia en función de la calidad ambiental del factor afectado por el proyecto, considerando las medidas de manejo ambiental.

Con la aplicación de la propuesta metodológica, se demuestra que el cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental, resulta muy pertinente para la EIA, debido a que, utilizando un enfoque más objetivo, clasifica un mayor número de impactos en las categorías de severo y crítico, que podrían ser subestimados con el uso de otros métodos cualitativos, pero que al evidenciarse, exigen del equipo evaluador una análisis minucioso y sustentado en la selección de las medidas de manejo que se deben implementar para recuperar el factor afectado.

Palabras clave:

Impacto ambiental, calidad ambiental, evaluación de impacto ambiental, medidas de manejo ambiental, importancia ambiental.

ABSTRAC

This paper creates a methodology for the EIA in Colombia, which incorporates a conceptual analysis of the criteria used for assessing the significance of impacts and correlates the significance of environmental management measures with the final assessment of impact.

Through an analysis based on the concept of environmental impact, seven qualitative variables were selected: character, intensity, coverage, synergism, accumulation, reversibility and periodicity, through which it was possible to obtain an index of importance in terms of environmental quality, which represents the impact caused without considering the environmental management measures.

Additionally, the proposed model incorporates the calculation of the net significance of impact as a procedure more objective to determine the significance in terms of environmental quality of factor affected by the project considering the environmental management measures.

With the implementation of the proposed methodology, it shows that the determination of the significance in terms of environmental quality, is very relevant to the EIA, because using a approach more objective, classifies a greater number of impacts in the categories of severe and critic, which may be underestimated with the use of other qualitative methods, but when it became apparent, the evaluation team require a careful analysis and based on the selection of management measures to be implemented to recover the affected factor.

Key words:

Environmental impact, environmental quality, environmental impact assessment, environmental management measures, environmental significance.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Acumulación
CA	Calidad Ambiental
CGR	Contraloría General de la República
CO	Cobertura
D	Duración
DAA	Diagnóstico Ambiental de Alternativas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DRAE	Diccionario de la Real Academia Española
E	Eficacia de la medida de manejo ambiental
EF	Efecto
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
EX	Extensión
FEARO	FEDERAL ENVIRONMENTAL ASSESSMENT REVIEW OFFICE
IN	Intensidad
IAP	Impacto Ambiental Potencial
IAP_A	Impacto Ambiental Potencial Alto
IAP_{MA}	Impacto Ambiental Potencial Moderado Alto
IAP_{MB}	Impacto Ambiental Potencial Moderado Bajo
IAP_B	Impacto Ambiental Potencial Bajo
I_{(CA)N}	Importancia del Impacto en función de la calidad ambiental, sin medidas de manejo ambiental
Imp	Importancia del Impacto
I_{NETO}	Importancia neta del Impacto
I_{RB(N)}	Importancia de la Recuperabilidad
IIASA	Internacional Institute for Applied Systems Analysis
EPM	Empresas Públicas de Medellín-Colombia
ImpAct	Importancia de la Actividad

ImpVul	Importancia de la Vulnerabilidad de los factores ambientales
ImpPro	Importancia del Proyecto
ImpTotal	Importancia Total del Impacto
M	Magnitud
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia
MO	Momento
MT	Mitigabilidad
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PE	Persistencia
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PO	Probabilidad de Ocurrencia
PR	Periodicidad
RAM	Matriz de Análisis de Riesgos
RB	Recuperabilidad
RV	Reversibilidad
SI	Sinergia
UIA	Unidades de Impacto Ambiental
UIP	Unidades de Importancia
UIP_{IAP}	Unidades de Importancia del Impacto Ambiental Potencial
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
TD	Tendencia
TP	Tipo de Impacto
TR	Tiempo de Recuperación
V	Vulnerabilidad Ambiental del Factor
V_A	Vulnerabilidad Alta
V_{MA}	Vulnerabilidad Moderada Alta
V_{MB}	Vulnerabilidad Moderada Baja
V_B	Vulnerabilidad Baja

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	25
1. JUSTIFICACIÓN.....	27
2. OBJETIVOS.....	29
2.1 GENERAL.....	29
2.2 ESPECÍFICOS.....	29
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	31
3.1 MARCO TEÓRICO.....	31
3.1.1 El ambiente como unidad de análisis en la EIA.....	31
3.1.2 Características generales de los sistemas ambientales.....	34
3.1.3 Enfoque sistémico en la EIA.....	35
3.1.4 El desarrollo sostenible y la EIA.....	37
3.2 ESTADO DEL ARTE.....	40
3.2.1 Conceptualización frente a la EIA.....	41
3.2.2 Metodologías de EIA.....	47
4. LA EIA EN EL CONTEXTO COLOMBIANO.....	77
4.1 ANALISIS DEL MARCO LEGAL.....	77
4.2 METODOLOGÍA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES.....	85
4.3. TÉRMINOS DE REFERENCIA.....	87
4.4 MANUAL DE EVALUACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES.....	87
4.5 EVOLUCIÓN DEL TRÁMITE DE LICENCIAS AMBIENTALES ANTE EL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.....	94
4.6 METODOLOGÍAS DE EIA UTILIZADAS PARA EL TRÁMITE DE LICENCIAS AMBIENTALES ANTE EL MAVDT.....	96
4.6.1 Metodología utilizada para el análisis de los EsIA.....	98
5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EIA EN COLOMBIA.....	109

5.1 DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS CUALITATIVOS O ATRIBUTOS QUE DEBEN SER UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS EN COLOMBIA... 109	
5.1.1 Análisis conceptual de atributos utilizados comúnmente en la EIA	110
5.1.2 Criterios sugeridos por la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.....	132
5.1.3 Selección de atributos o variables cualitativas	133
5.2 PROPUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS EN UN ESCENARIO CON PROYECTO-SIN MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.....	138
5.2.1 Carácter del impacto.....	138
5.2.2 Intensidad del impacto	138
5.2.3 Cobertura del impacto.....	144
5.2.4 Acumulación del impacto	146
5.2.5 Sinergia del impacto	146
5.2.6 Periodicidad del impacto	147
5.2.7 Reversibilidad	148
5.3 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL.....	148
5.3.1 Síntesis de la propuesta metodológica para el cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental.....	150
5.4 PROPUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS EN EL ESCENARIO CON PROYECTO INCLUYENDO LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.....	152
5.4.1 Tiempo de recuperación	154
5.4.2 Eficacia de la medida de manejo	156
5.4.3 Síntesis de la propuesta metodológica para el cálculo de la importancia de la Recuperabilidad.....	158
5.4.4 Determinación de la Importancia Neta	159

5.5. SÍNTESIS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA	161
5.5.1 Identificación de impactos.....	161
5.5.2 Determinación de la Importancia del impacto en función de la calidad ambiental para el proyecto-sin medidas de manejo ambiental	162
5.5.3 Determinación de la Importancia del impacto en función de la calidad ambiental para el proyecto-con medidas de manejo ambiental	163
5.5.4 Análisis de los resultados de la EIA	164
6. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA	165
6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	166
6.2 DEMANDA, USO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....	170
6.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO.....	172
6.4 CRITERIOS UTILIZADOS EN LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS	172
6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	175
7. CONCLUSIONES	181
8. TRABAJOS FUTUROS.....	183
ANEXO 1. FORMATO DE EVALUACIÓN METODOLOGÍAS DE EIA EN EXPEDIENTES DE LICENCIAS AMBIENTALES TRAMITADAS ANTE EL MINISTERIO DE AMBIENTE EN LA VIGENCIA 2010	195
ANEXO 2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA CENTRAL TÉRMICA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA DE (150MW).....	197

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Comparación del concepto EIA, en Colombia y el Contexto Internacional.....	43
Tabla 2. Clasificación General de las metodologías de EIA, según Erazo (1998)	48
Tabla 3. Clasificación General de las metodologías de EIA, según Garmendia (2005)	49
Tabla 4. Lista de acciones que pueden causar impacto en la Matriz de Leopold	51
Tabla 5. Características Ambientales que pueden ser afectadas Matriz de Leopold	52
Tabla 6. Esquema de la matriz de Leopold	53
Tabla 7. Componentes Ambientales en la metodología de valoración cualitativa.....	60
Tabla 8. Matriz de impactos	61
Tabla 9. Atributos de los Impactos en el cálculo de la importancia en la metodología cualitativa.....	62
Tabla 10. Ponderación de los Factores Ambientales en la metodología cualitativa.....	67
Tabla 11. Matriz para la valoración de la importancia del impacto	68
Tabla 12. Valores de IAP para asignación de ponderación de actividades	74
Tabla 13. Factores ambientales incluidos en el análisis del IAP de las actividades.....	74
Tabla 14. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de Vulnerabilidad de los factores ambientales.....	75
Tabla 15. Proyectos, obras y/o actividades sujetos al trámite de Licencia Ambiental, en la legislación colombiana	81
Tabla 16. Consolidado de licencias tramitadas por año ante el MAVDT	95
Tabla 17. Estudios de Impacto Ambiental (EslA) revisados en la vigencia 2010.....	96
Tabla 18. Valor de ponderación criterios cualitativos en la metodología de Conesa	102
Tabla 19. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 14	103
Tabla 20. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 15	104
Tabla 21. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 16	104
Tabla 22. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 17	105
Tabla 23. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 19	107
Tabla 24. Ponderación de los criterios cualitativos en la metodología cualitativa	115

Tabla 25. Ponderación de los criterios cualitativos en la metodología de EPM	116
Tabla 26. Comparación atributos sugeridos en Colombia y usados en España	133
Tabla 27. Atributos que miden el cambio en el nivel de calidad ambiental del factor.....	135
Tabla 28. Atributos seleccionados para el cálculo de la importancia ambiental en función de la calidad ambiental	137
Tabla 29. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de las actividades	139
Tabla 30. Factores ambientales incluidos en el análisis del IAP de las actividades.....	140
Tabla 31. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de la Vulnerabilidad ..	140
Tabla 32. Categorías cualitativas definidas para el cálculo de la intensidad.....	141
Tabla 33. Valores cuantitativos para el cálculo de la intensidad del impacto.....	143
Tabla 34. Calificación de la intensidad del impacto para la actividad Operación de Rellenos sanitarios en los Departamentos de chocó y Antioquia	144
Tabla 35. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Cobertura	145
Tabla 36. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Acumulación.....	146
Tabla 37. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Sinergia	147
Tabla 38. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Periodicidad.....	147
Tabla 39. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Reversibilidad....	148
Tabla 40. Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental	149
Tabla 41. Síntesis valoración de atributos cualitativos en la Determinación de la Importancia ambiental en función de la calidad ambiental	150
Tabla 42. Sistema de clasificación propuesto para la valoración del tiempo de recuperación.....	155
Tabla 43. Sistema de clasificación propuesto para la eficacia de la medida de manejo .	156
Tabla 44. Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental	157
Tabla 45. Síntesis valoración de atributos cualitativos en la Metodología Propuesta	158
Tabla 46. Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental	160
Tabla 47. Matriz de Identificación de impactos.....	162
Tabla 48. Rangos de calificación de la $I_{(CA)N}$	163
Tabla 49. Matriz de importancia para el proyecto sin medidas de manejo ambiental	163
Tabla 50. Matriz de importancia para el proyecto con medidas de manejo ambiental ...	164
Tabla 51. Identificación de impactos	174
Tabla 52. Valoración de impactos para la actividad de contratación de mano de obra y movilización del personal.....	175

Tabla 53. Valoración de impactos aplicando la metodología cualitativa	176
Tabla 54. Valoración de impactos aplicando el modelo propuesto sin medidas de manejo ambiental.....	176
Tabla 55. Valoración de impactos aplicando el modelo propuesto considerando las medidas de manejo ambiental	177
Tabla 56. Valoración de impactos para la actividad Adecuación de vías de acceso.....	197
Tabla 57. Valoración de impactos para la actividad instalación de campamentos.....	198
Tabla 58. Valoración de impactos para la actividad abastecimiento de agua, energía y combustibles para construcción	199
Tabla 59. Valoración de impactos para la actividad Operación de campamentos	199
Tabla 60. Valoración de impactos para la Movilización de equipos y maquinaria.....	200
Tabla 61. Valoración de impactos para la actividad Limpieza y descapote	200
Tabla 62. Valoración de impactos para la actividad nivelaciones y relleno.....	201
Tabla 63. Valoración de impactos para la actividad adquisición y transporte de materiales de construcción.....	202
Tabla 64. Valoración de impactos para la actividad excavaciones, cimentaciones y fundaciones	203
Tabla 65. Valoración de impactos para la actividad construcción de estructuras en concreto, vías internas y obras civiles.....	203
Tabla 66. Valoración de impactos para la actividad Montaje electromecánico	204
Tabla 67. Valoración de impactos para la actividad limpieza y descapote bocatoma y conducción de agua.....	204
Tabla 68. Valoración de impactos para la actividad Limpieza y descapote bocatoma y conducción de agua.....	206
Tabla 69. Valoración de impactos para la actividad disposición de estériles y escombros	207
Tabla 70. Valoración de impactos para la actividad pruebas y puesta en marcha.....	207
Tabla 71. Valoración de impactos para la actividad acopio y almacenamiento de carbón	208
Tabla 72. Valoración de impactos para la actividad acopio y almacenamiento combustibles líquidos	208
Tabla 73. Valoración de impactos para la actividad uso y disposición de aguas	209
Tabla 74. Valoración de impactos para la actividad generación de energía	209

Tabla 75. Valoración de impactos para la actividad manejo y disposición de cenizas y otros subproductos	210
Tabla 76. Valoración de impactos para la actividad Desmantelamiento de la Central	211
Tabla 77. Valoración de impactos para la actividad manejo y disposición de residuos ..	211
Tabla 78. Valoración de impactos para la actividad reconformación morfológica	212

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Interacciones entre los sistemas humanos y los sistemas naturales _____	33
Figura 2. Descripción gráfica del concepto de impacto ambiental _____	46
Figura 3. Valoración de impacto en la matriz de Leopold _____	50
Figura 4. Sistema de ponderación de factores propuesto por el método de Battelle _____	57
Figura 5. Diagrama de Estudios Ambientales _____	78
Figura 6. Esquema del procedimiento para obtener una licencia ambiental _____	80
Figura 7. Número de licencias tramitadas por sector 2006-2010 _____	95
Figura 8. Descripción de impactos _____	100
Figura 9. Metodologías utilizadas para la valoración de impactos en Colombia _____	101
Figura 10. Esquema básico de impactos directos e indirectos _____	128
Figura 11. Matriz cualitativa para el cálculo de la intensidad _____	141
Figura 12. Síntesis de la propuesta metodológica para la EIA en Colombia _____	161
Figura 13. Localización del proyecto _____	167
Figura 14. Síntesis de valoración de impactos mediante la metodología cualitativa y el modelo metodológico propuesto _____	177

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo genera una propuesta metodológica para la EIA en Colombia, en la que se incorpora un análisis conceptual de los criterios seleccionados para la valoración de la importancia de los impactos y se correlaciona la importancia de las medidas de manejo ambiental con la valoración final del impacto. La construcción de la propuesta se justifica por la laxitud que presenta la ley al permitir al ejecutor de obras o actividades la escogencia del método para la evaluación y por las limitaciones que presenta el uso de las metodologías existentes, puesto que éstas presentan altos niveles de subjetividad y han sido desarrolladas en contextos biofísicos y socioeconómicos diferentes al colombiano.

En el capítulo 3, se presentan el marco teórico y el estado del arte. El marco teórico se fundamenta en la teoría de la complejidad y conceptos relacionados como el desarrollo sostenible, la incertidumbre y el principio de precaución. En el estado del arte se incluye una retrospectiva histórica de la EIA, una revisión de los conceptos relacionados con la EIA y un resumen de las principales metodologías de EIA usadas en el ámbito internacional.

El capítulo 4, corresponde a un estudio de caso a través del cual se presenta una caracterización de las metodologías más utilizadas en Colombia y se realiza análisis de la etapa de EIA en base a los criterios exigidos por la Autoridad Ambiental en los Manuales de Evaluación y presentación de Estudios Ambientales.

En el capítulo 5, se desarrolla la propuesta metodológica para la EIA, en la que se propone un índice para determinar la importancia del impacto en función de la calidad ambiental durante la fase del proyecto sin medidas de manejo ambiental y un índice para determinar la importancia neta del impacto, una vez se incorporan las medidas de manejo ambiental.

Finalmente, con la aplicación de la propuesta metodológica, se demuestra que el cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental, resulta muy pertinente para la EIA, debido a que, utilizando un enfoque más objetivo, clasifica un mayor número de impactos en las categorías de severo y crítico, que podrían ser subestimados con el uso de otros métodos cualitativos, pero que al evidenciarse, exigen del equipo evaluador un análisis minucioso y sustentado en la selección de las medidas de manejo que se deben implementar para recuperar el factor afectado.

1. JUSTIFICACIÓN

En Colombia, a pesar que se han definido algunos criterios específicos para la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), se ha dado la oportunidad a quienes se encargan de la elaboración de los mismos, de escoger la metodología para la Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA). Esto ha conducido a la utilización de metodologías que presentan un alto grado de subjetividad en la valoración de la importancia de los impactos, debido al uso indiscriminado de variables cualitativas y asignación de ponderaciones sin una adecuado enfoque y justificación conceptual (Lawrence, 2007).

Adicionalmente, las metodologías utilizadas en Colombia no permiten correlacionar la etapa de evaluación de los impactos con la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, evidenciándose una falta de articulación entre la valoración de la importancia de los impactos y la selección de las medidas de manejo, que en la práctica dificulta la toma de decisiones adecuadas para recuperar la calidad ambiental del factor afectado.

De igual manera, las metodologías utilizadas en Colombia, son importadas de países con otros modelos de desarrollo, donde las condiciones son totalmente distintas, no sólo en los sistemas ecológicos sino también en las condiciones socioeconómicas, culturales, políticas, tecnológicas y jurídicas. (Erazo, 1998).

Por otra parte, el uso de cualquiera de las metodologías, en el proceso de trámite de una licencia ambiental, brinda la posibilidad al equipo encargado de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de introducir sesgos que pueden disminuir la objetividad del proceso de evaluación, subestimar la importancia de impactos que pueden afectar de manera significativa la calidad ambiental de los factores afectados y disminuir la eficacia y la eficiencia de las

medidas de manejo que se formulen para la prevención, la mitigación, la corrección y/o la compensación de los impactos previstos en el proyecto.

Frente a los problemas que puede generar el uso indistinto del método para la EIA, se hace necesario construir una propuesta metodológica que incorpore un análisis conceptual y teórico de los criterios que se deben elegir para la valoración de la importancia de los impactos en el contexto colombiano y que además, incluya la importancia de las medidas de manejo ambiental en la valoración neta del impacto, de tal manera, que se pueda determinar el impacto real causado a través de la valoración de la importancia para el proyecto, sin medidas de manejo ambiental y con medidas de manejo ambiental y se pueda establecer la viabilidad o no viabilidad del proyecto, generando confiabilidad para la toma de decisiones que eviten el detrimento del patrimonio ambiental y garanticen el camino hacia un desarrollo sostenible para el país.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Generar una propuesta metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en Colombia.

2.2 ESPECÍFICOS

Caracterizar y evaluar las principales metodologías de EIA utilizadas en Colombia.

Seleccionar las variables cualitativas que deben ser utilizadas en la EIA en el contexto Colombiano.

Proponer un índice para determinar la importancia de los impactos con y sin medidas de manejo ambiental.

Realizar una aplicación práctica de la propuesta metodológica, con el fin de evaluar el alcance y las ventajas que puede tener la EIA para Colombia.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

El contexto teórico de referencia se fundamenta en el análisis del concepto de ambiente, el desarrollo sostenible, la incertidumbre y el principio de precaución. Complementariamente, se construye un estado del arte que incluye la, una retrospectiva histórica y un resumen de las principales metodologías de EIA usadas en el ámbito internacional.

3.1 MARCO TEÓRICO

La EIA involucra sistemas y procesos complejos que generan un comportamiento caracterizado por interacciones múltiples, relaciones de causalidad y circuitos de retroalimentación, involucra lo difuso y es a menudo irreductible. En este sentido, la construcción de una base teórica para la EIA debería considerar y explícitamente debería ocuparse de la variabilidad, el riesgo, la incertidumbre, y la complejidad en la caracterización, interpretación, y manejo del cambio ambiental (Lawrence, 1997), pero también debe darse en el contexto de un modelo de desarrollo que propicie las condiciones que se requieren para su aplicación.

3.1.1 El ambiente como unidad de análisis en la EIA

Evaluar los cambios que surgen en el ambiente por la práctica de actividades antrópicas, implica que se debe tener una concepción clara sobre lo que es el ambiente y la forma como interactúan los distintos elementos que lo componen.

En relación al ambiente, existen múltiples opiniones y concepciones que han dado lugar a diferentes interpretaciones y han evolucionado hasta hacer mucho más complejo el concepto. Entre las concepciones se distinguen claramente tres

diferentes posturas teóricas, la naturalista, la antropocentrista y la sistémica. La naturalista, con un carácter estrictamente conservacionista centra su atención en los factores bióticos y abióticos de la naturaleza; la antropocentrista, considera que la protección del ambiente se debe dar en función de la protección del ser humano y la sistémica, concibe el ambiente como un sistema en el cual se interrelacionan el ser humano y el sistema natural en una relación que debe guardar equilibrio.

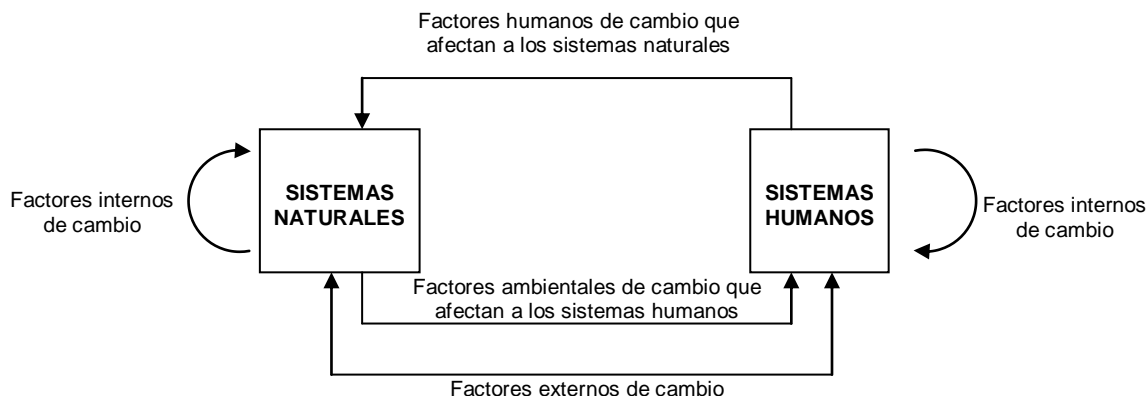
Frente al contexto teórico en el cual se desarrolla la EIA, el ambiente debe ser concebido desde la postura sistémica, puesto que permite un enfoque integral que hace muy práctico y completo el proceso de evaluación de los cambios que puedan suceder en el sistema estudiado en un escenario espacial y temporal determinados.

Arana (2008) después de realizar un análisis detallado del concepto de ambiente concluye que en la actualidad la concepción más generalizada del ambiente refleja, por un lado, la naturaleza dinámica en las interrelaciones entre los elementos naturales y sociales; y por otro, desde un punto de vista integral, que el ser humano, así como sus diferentes niveles de organización social, con sus necesidades y potencialidades, creativas y destructivas, es parte indisoluble de esa red de interacciones, tanto en su carácter de ser biológico, como en el de creador de cultura.

Si el ambiente es entendido como la interacción o el conjunto de interacciones entre el medio natural y el medio humano, entonces, para tener una comprensión ambiental integral se requiere conocer a fondo dichas interacciones.

De forma general las interacciones entre los sistemas humanos y los sistemas naturales han sido resumidas de manera gráfica por Clark (1989) como aparece en la figura 1 y son explicadas por Ludevid (1997).

Figura 1. Interacciones entre los sistemas humanos y los sistemas naturales



Fuente: Ludevid, 1997

Los factores internos son los que se producen en el interior de los sistemas naturales físicos o de los sistemas humanos sin influencia entre ambos tipos de sistema. En este caso existen cambios operados en el sistema terrestre en los que no tiene nada que ver la actividad humana (v.gr. el cambio en la órbita de la tierra alrededor del sol) y de igual manera, dentro de los sistemas humanos también suceden cambios que son inducidos por motivos internos a ellos mismos (v.gr. el cambio en la política ambiental de dos presidentes en un país).

Los factores externos de cambio son los que se producen por interacción entre ambos sistemas. Por una parte las actividades humanas son una fuente y una causa de cambio en los sistemas naturales físicos (v.gr. el consumo de combustibles fósiles) y por otra parte, los cambios operados en los sistemas naturales afectan y tienen consecuencias para los sistemas humanos (v.gr. cambios climáticos).

Existen factores de cambio que son externos, tanto respecto a los sistemas humanos como respecto a los sistemas naturales, pero que a su vez tienen

efectos en ambos sistemas (v. gr. los cambios experimentados por la cantidad de radiación solar que llega a la tierra).

3.1.2 Características generales de los sistemas ambientales

Carrizosa (1985) basado en estudios realizados por el Internacional Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) y Cuervo (1993) basado en los estudios de Gallopin, señalan algunas características de los sistemas ambientales que es necesario tener en cuenta en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Entre ellas: la selectividad, la discontinuidad, la resiliencia, la no linealidad y la variabilidad dinámica.

La selectividad se refiere a la forma selectiva como los elementos de un ecosistema están relacionados el uno con el otro. Bajo este punto de vista la estructura causal de los sistemas ambientales debe ser interpretada como una red interconectada de cadenas causa-efecto en la que todo está conectado con todo y en la que cualquier modificación de cualquier elemento de un sistema repercutirá en todos los demás elementos.

La discontinuidad hace referencia a que los impactos de las acciones humanas pueden evidenciarse con un considerable retraso en el tiempo, y pueden variar gradualmente o en forma discontinua, es decir, que los impactos potenciales pueden ser acumulados sin ser detectados y emergen inesperadamente en el futuro o los eventos que ocurren en un lugar pueden resurgir en lugares lejanos.

La resiliencia¹ se encuentra relacionada con la respuesta de un sistema a la perturbación. Cuando se introduce un cambio en un sistema y se altera su equilibrio,

¹ El concepto de resiliencia es considerado por Ángel (1998), como el fundamento más importante en la planificación y desarrollo de los estudios ambientales, dentro de los cuales se encuentran los estudios de impacto ambiental.

el resultado final depende de la capacidad que el sistema tiene para absorber dicho cambio.

La no linealidad sugiere que las relaciones básicas entre los elementos de los sistemas ambientales no se comportan de manera lineal, es decir, que la intensidad de una acción no es proporcional a la intensidad del impacto que cause dicha acción.

La variabilidad dinámica implica que los sistemas no son estáticos sino que exhiben cambios de manera continua. Esta variabilidad es una característica esencial de los sistemas ambientales y está relacionada con la generación y mantenimiento de su capacidad de recuperación ante las perturbaciones, y al desarrollo de la flexibilidad necesaria para adaptarse ante las diferentes condiciones..

3.1.3 Enfoque sistémico en la EIA

Dado que el ambiente es entendido como un conjunto de interrelaciones complejas y que del conocimiento de dichas interrelaciones depende la comprensión de los problemas ambientales; la EIA debe ser abordada desde un enfoque sistémico.

El pensamiento sistémico basado en la conectividad, la organización y la contextualización brinda la posibilidad de comprender los sistemas como totalidades integradas cuyas propiedades no pueden ser reducidas a las de sus partes más pequeñas, puesto que son propiedades del conjunto que ninguna de las partes tiene por sí sola (Capra, 2003).

En el pensamiento sistémico considerado por Capra (2003), como un pensamiento medioambiental, el universo material es visto como una red dinámica de acontecimientos interrelacionados en el que ninguna de las partes de la red es

fundamental, puesto que todas se derivan de las demás partes y la consistencia total de las interrelaciones determina la estructura de toda la red.

La visión de la realidad como una red inseparable de relaciones implica que la comprensión del proceso de conocimiento debe ser incluida explícitamente en la descripción de los fenómenos naturales, puesto que lo observado depende del método de observación y de las mediciones (Capra, 2003). En este sentido, el pensamiento sistémico admite que el conocimiento de la naturaleza no está regido por la certidumbre sino que se trata de un conocimiento aproximado de la realidad donde coexiste lo cierto y lo incierto como dos formas complementarias de interpretación.

La visión ambiental de la realidad desde una perspectiva sistémica implica que para comprenderla se requiere de un pensamiento complejo o una visión compleja. Con respecto a la visión ambiental compleja, Carrizosa (2001), señala cinco formas de ver la realidad y las partes que la conforman. A continuación se describen:

1. La realidad deber ser vista de una manera amplia y profunda. Ver ampliamente, implica poder tener una percepción ambiental de la realidad como un todo a partir de una sola mirada con un carácter sintetizador y ver con profundidad, implica tener una percepción detallada de las partes con un análisis a fondo de las mismas.
2. La realidad deber ser vista con referencia a un deber ser estético y ético. Ver estética y éticamente implica utilizar la multirracionalidad para definir entre lo bello y lo feo, lo bueno y lo malo, lo equitativo y lo justo. Se requiere entonces, tener en cuenta tanto lo estético como lo moral, sin que se antepongan el uno al otro.
3. Ver las interrelaciones reales que ocurren entre las partes. Ver las interrelaciones implica ser conscientes de que existe una correspondencia mutua entre los sistemas humanos y los sistemas naturales (hombre-

naturaleza) y entre los elementos existentes al interior de cada uno de ellos, es decir, todo se encuentra relacionado con todo. En este sentido, cuanto más interrelaciones existan en un sistema más complejo puede ser éste.

4. Las partes de la realidad deben ser vistas de una manera dinámica. Ver las cosas dinámicamente implica que se debe estar en capacidad de percibir en ellas el cambio, el movimiento y los patrones como parte de procesos continuos, sin eliminar el tiempo.
5. La realidad debe ser vista con respeto. Una visión ambiental debe incluir el respeto a la naturaleza, a las otras personas y al futuro de éstas.

Estas cinco características representan una gran importancia en el proceso de EIA y su puesta en práctica es requerida por parte de quienes pretendan identificar y valorar los impactos ambientales que una determinada actividad puede causar sobre el ambiente.

La observación con un carácter profundo y amplio permite conocer con detalle las características físico-bióticas y socio-económicas del área donde se pretende desarrollar un proyecto; el análisis de la dinámicas y las interrelaciones entre los sistemas es fundamental para identificar los cambios que pueden surgir en ellos a través del tiempo; y por último, el respeto por el ambiente y la ética se constituyen en valores imprescindibles para que los profesionales encargados de llevar a cabo la EIA, actúen lo más equilibradamente posible en la toma de decisiones.

3.1.4 El desarrollo sostenible y la EIA

La EIA y las ideas sobre un desarrollo sostenible comparten un origen histórico similar que ha sido datado hacia finales de la década de los años 60's. Esto quizás explica porque la EIA ha logrado integrarse en la misma perspectiva del desarrollo sostenible y constituirse en una de las principales herramientas de carácter normativo y administrativo destinada a mejorar el sistema de toma de decisiones

públicas con relación a los impactos ambientales que actividades o proyectos, del sector público o privado, producirían en caso de ser ejecutados (Ramírez, 2006).

El desarrollo sostenible surge como un nuevo o complementario paradigma frente a las teorías del desarrollo concebidas durante la edad moderna en las que la mayoría de las naciones, orientan sus esfuerzos hacia el desarrollo económico, técnico y científico, desde una concepción antropocentrista y puramente económica, en la cual se plantea que el hombre debe aprovechar todo los medios que estén a su alcance para acrecentar su calidad de vida (Locano, 2000).

Pese a las fuertes preocupaciones ambientales que se suscitaron con la publicación del informe titulado: “los Límites del crecimiento” en el que se advertía sobre los cambios que ocurrirían en el planeta si se continuaba con las tendencias de crecimiento de la época; fue hasta 1987, con el informe de Brundtland, cuando se planteó por primera vez la necesidad de impulsar un modelo de desarrollo sostenible como una alternativa al modelo de desarrollo vigente (Posada, 1997).

Este nuevo modelo de desarrollo involucra un nuevo modelo ético de sociedad centrado en el progreso humano y en la posibilidad de permanencia en el tiempo con la naturaleza. En lo ambiental exige que el desarrollo pueda darse sin poner en riesgo en mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y los recursos naturales y energéticos (Locano, 2000).

La EIA se ha dado en el contexto de las ideas que han propendido por impulsar y adoptar un desarrollo sostenible. Esto explica porque algunos de los principios adoptados en las cumbres de Estocolmo en 1972 y Río en 1992, están estrechamente relacionados con la EIA.

“Es indispensable cooperar, mediante acuerdos para controlar, evitar, reducir y eliminar eficazmente los efectos perjudiciales que las actividades que se realicen

en cualquier esfera puedan tener para el medio....” (Principio 24, Conferencia de las Naciones Unidas, Estocolmo, 1972).

“Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente *el criterio de precaución* conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente” (Principio 15, Cumbre de la tierra, Río de Janeiro, 1992).

“Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente”. (Principio 17, Cumbre de la tierra, Río de Janeiro, 1992).

En el contexto del desarrollo sostenible, el criterio o principio de precaución, se ha convertido en un elemento fundamental para la toma de decisiones frente a la viabilidad de acciones que puedan atentar contra el ambiente o el bienestar humano. De acuerdo a Cózar (2005) este principio supone, un cambio de [actitudes], donde es prioritario el respeto por los derechos de los ciudadanos, las generaciones futuras y el entorno natural, así como un cambio en el paradigma sobre la posibilidad de incertidumbres al momento de tomar decisiones.

En este sentido, el principio de precaución es consecuente con el concepto de la complejidad, según el cual las interacciones entre los sistemas pueden tomar el camino de la incertidumbre traduciéndose en el contexto de la EIA en un sinnúmero de impactos cuyas consecuencias no podrían ser determinadas con exactitud, por lo cual es conveniente la aplicación de medidas preventivas preferencialmente sobre otras como las correctivas o las compensatorias.

Finalmente, si se tienen en cuenta los planteamientos realizados por González (1996; 73), que define el desarrollo sostenible como una situación deseable para un grupo humano en un tiempo y un lugar determinado y plantea que lo importante es adelantar tareas que impliquen su operacionalización; la EIA es una herramienta que en la práctica puede materializar la idea del desarrollo sostenible a diferentes niveles y escalas, siempre y cuando sea aplicada de manera responsable.

3.2 ESTADO DEL ARTE

La EIA surge en Estados Unidos en el año 1969 como una respuesta política pública ante la necesidad de un cambio en los valores y las actitudes de la sociedad hacia una mayor preocupación por las consecuencias ambientales de las acciones humanas en la época. En los años siguientes, se observó una rápida adopción de esta herramienta por la gran mayoría de los países en el mundo, con una extensión al sector privado y un alcance más amplio, que no sólo abarcaba los efectos naturales, sino también los efectos sociales, y económicos de proyectos, políticas, programas, planes, tecnologías y actividades.

Sánchez (2000; 36), explica que la rápida adopción de la EIA se debió, por una parte, a que los países, por su estilo de desarrollo, compartían los mismos problemas ambientales, por otra, a que Agencias Multilaterales como el Banco Mundial empezaron a exigir estudios ambientales previo a la ejecución de proyectos bajo su financiación y por último, a que la conferencia de las Naciones Unidas del año 1992 tuvo una amplia acogida y en ella la EIA fue tenida en cuenta como uno de los principios fundamentales.

3.2.1 Conceptualización frente a la EIA

En el contexto internacional la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) corresponde a un proceso de carácter jurídico y administrativo utilizado para decidir sobre la viabilidad de ejecutar un proyecto, obra o actividad que potencialmente puede generar impactos sobre el ambiente. (Toro, 2009). Por su parte, en Colombia la EIA corresponde a una etapa del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) donde se identifican y valoran los impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad puede generar, el EslA está constituido de manera general por los siguientes puntos (Decreto 2820 de 2010):

1. Información del proyecto relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto
2. Caracterización del área de influencia del proyecto
3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto
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
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,
8. Programa de seguimiento y monitoreo,
9. Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto;
10. Plan de desmantelamiento y abandono,
11. Plan de inversión de los programas de manejo

La EIA corresponde a la etapa 4, en la que se debe presentar la Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales, teniendo en cuenta las características del proyecto y la zona de estudio, en ese contexto la EIA se constituye en la herramienta fundamental para tomar decisiones sobre la autorización de proyectos, obras o actividades.

Los impactos ambientales valorados como significativos, deben ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados, de acuerdo a los Planes de Manejo Ambiental. Estos planes tienen como objetivo garantizar que la calidad ambiental de los factores físicos, bióticos y/o socioeconómicos no se afecten de manera significativa por las acciones o actividades del proyecto.

En relación al concepto de EIA en el contexto internacional Garmendia (2005), la define como un procedimiento a través del cual se realiza una "valoración de los impactos que se producen sobre el ambiente por un determinado proyecto".

Para Conesa (1997), es un "un procedimiento analítico orientado a formar un juicio objetivo sobre las consecuencias de los impactos derivados de la ejecución de una determinada actividad"

Para Rees (1988), es el conjunto de procesos y actividades desarrolladas para identificar, predecir y evaluar, preferiblemente de manera cuantitativa, las posibles consecuencias de las actividades humanas.

Para Wathern (1988), es el proceso que permite identificar las consecuencias probables para el ambiente geofísico, socioeconómico, la salud y el bienestar humano, de la implementación de actividades, e informar de manera previa a la comunidad de modo que pueda intervenir en la toma de decisiones relacionadas con el proyecto, obra o actividad.

En el Real Decreto Legislativo 1131/1998 de España (RDL 1131/1988) se define como “el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad causa sobre el medio ambiente”.

La ONU (1994), lo define como “el procedimiento nacional destinado a evaluar el probable impacto que una actividad propuesta tendrá en el medio ambiente”.

Para Canter (2000), es todo procedimiento para la identificación y valoración de los impactos potenciales de proyectos, planes, programas o acciones relativos a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno.

Todas las definiciones coinciden en que la EIA corresponde a un proceso o procedimiento a través del cual se identifican y valoran los impactos; sin embargo, el uso del concepto en el ámbito internacional presenta ligeras diferencias con el uso dado en Colombia (ver tabla 1).

Tabla 1. Comparación del concepto EIA, en Colombia y el Contexto Internacional

CONCEPTO	COLOMBIA	CONTEXTO INTERNACIONAL
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Calificación de los impactos atribuibles al proyecto, obra o actividad.	Proceso de toma de decisiones ambientales sobre el proyecto, obra o actividad.
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Instrumento para la toma de decisiones ambientales sobre el proyecto, obra o actividad.	Instrumento para la toma de decisiones ambientales sobre el proyecto, obra o actividad.
VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Este término no se aplica en Colombia.	Estimación de los impactos atribuibles al proyecto, obra o actividad.

Fuente: Toro 2009

3.2.1.1 Calidad Ambiental e Impacto Ambiental

Teniendo en cuenta que el concepto de ambiente es entendido como el conjunto de interacciones entre el sistema humano y el sistema natural y que estas interacciones pueden generar cambios, es pertinente, revisar el concepto de calidad ambiental, que está intrínsecamente ligado al concepto de impacto ambiental.

Cada vez que se presenta una interacción entre el sistema humano y el sistema natural se pueden generar cambios al interior de cada uno de ellos. Estos cambios pueden ser percibidos a través de la pérdida o mejora de la calidad ambiental en cualquiera de los sistemas y la manifestación de esta pérdida o mejora es lo que denominamos impacto ambiental (Figura 2).

El término calidad ambiental se utiliza a menudo para referenciar el estado de un determinado sistema o componente, v.gr. calidad de vida, calidad del agua, calidad del suelo, calidad del aire, etc. El concepto es usado en un escenario comparativo donde se define un patrón o nivel de referencia y depende del punto de vista que se tenga en cuenta para realizar la calificación o evaluación, así como de los indicadores que se utilicen.

La calidad ambiental, de manera general, se define como el mantenimiento de la diversidad biológica, la salud pública y la calidad del aire, el agua y el suelo en niveles suficientes para preservar la vida y el bienestar humano (Carta de Aalborg de 1994; Fernández, 2009).

Johnson (1997), define la calidad ambiental como el conjunto de propiedades y características del medio ambiente que afectan a los seres humanos y otros organismos. Es la medida de la condición de un entorno en relación con los requisitos de una o más especies y/o cualquier necesidad humana.

El mantenimiento del nivel de calidad ambiental en los sistemas naturales y el mejoramiento en los sistemas humanos se relacionan con los objetivos de la EIA, por este motivo la identificación y valoración de impactos se ajustan a los principios del desarrollo sostenible adoptados en la Conferencia de las Naciones Unidas, Estocolmo, 1972 y Río de Janeiro, 1992.

Los cambios en la calidad ambiental del factor o componente evaluado deben ser identificados y posteriormente valorados para determinar su importancia. En este sentido, el nivel de alcance y la esencia de la EIA se basan en el concepto de impacto ambiental.

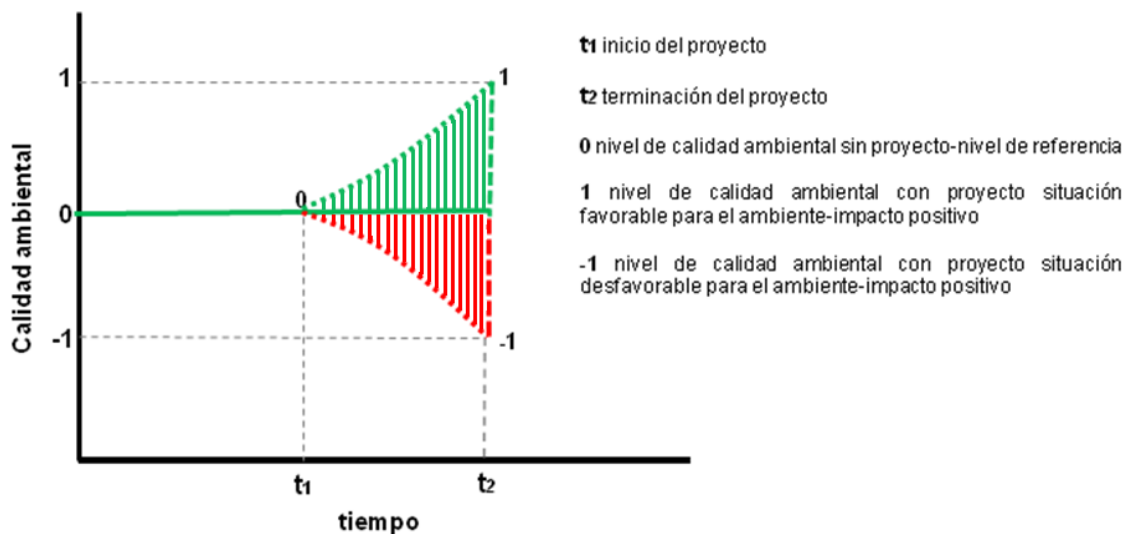
Según el Diccionario de la Lengua Española, Impacto Ambiental (IA) es el conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades (DRAE, 2003).

Wathern (1998), hace énfasis en el análisis de los impactos mediante el cambio de parámetros ambientales en un periodo de tiempo específico y sobre un área definida como resultado de una actividad antrópica particular, así como en la necesidad de diferenciar impacto ambiental de efecto ambiental; este último concepto hace referencia a los cambios naturales o inducidos por el hombre en el ambiente biogeofísico, y los impactos como las consecuencias de estos cambios (Toro, 2009).

Garmendia (2005), define impacto ambiental como la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana. Dicha alteración puede ser favorable o desfavorable por lo que no necesariamente el término impacto implica negatividad.

Conesa (1997), explica el concepto de impacto ambiental definiéndolo como la diferencia entre la calidad ambiental del componente o factor ambiental en el escenario futuro con el proyecto en ejecución y el escenario futuro si el proyecto no hubiese sido ejecutado (Figura 2).

Figura 2. Descripción gráfica del concepto de impacto ambiental



Fuente: Modificado de Garmendia, 2005 y Wathern, 1998

La ONU, en el Convenio sobre EIA en un contexto transfronterizo amplía la definición incluyendo los efectos sobre la salud, la seguridad de los seres humanos, los monumentos históricos u otras estructuras material” (ONU, 1994).

3.2.1.2 Indicadores de Impacto Ambiental

En el proceso de valoración de los impactos es necesario utilizar criterios que garanticen una medición adecuada del cambio o alteración sobre el factor o componente ambiental. De esta manera, la magnitud del impacto puede ser determinada a través del uso de indicadores de impacto ambiental.

Un indicador de impacto ambiental es aquél que transmite información sobre el estado del factor o componente ambiental y se utiliza para determinar el cambio en la calidad ambiental asociado a una determinada acción (Gallopín, 1997, Segnestam, 2002, Garmendia, 2005). De acuerdo a las relaciones de causalidad pueden existir indicadores de causa que permiten identificar la situación que origina el cambio en el factor, indicadores de efecto, que permiten identificar los cambios generados en el factor y los indicadores de calidad ambiental que combinan todas las variables para determinado el estado del factor.

Los indicadores de impacto ambiental pueden tener un carácter cualitativo o cuantitativo dependiendo del factor que se esté evaluando. Los indicadores de carácter cuantitativo se pueden expresar numéricamente, este es el caso de los índices, en los cuales se requiere del uso de funciones de transformación y de técnicas de muestreo que permitan cuantificar o correlacionar las variables analizadas con el estado del factor ambiental. Por su parte, los indicadores cualitativos utilizan conceptos de valoración calificativa en los cuales el estado de la variable puede ser evaluado como excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, entre otros. Este tipo de calificación, propia de los métodos cualitativos, puede utilizar de manera paralela sistemas de rangos que finalmente permiten clasificar los impactos en una escala numérica (Gallopín, 1997, Conesa 1997).

3.2.2 Metodologías de EIA

El rápido crecimiento que tuvo la EIA condujo a la adopción de múltiples metodologías para la identificación y la evaluación de los impactos ambientales que un determinado proyecto, obra o actividad puede causar sobre el ambiente en caso de ser ejecutado. Las principales metodologías que se han desarrollado en el mundo, según Erazo (1998), pueden ser clasificadas en las siguientes categorías (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación General de las metodologías de EIA, según Erazo (1998)

Métodos	Descripción
Métodos Ad-Hoc	La identificación, cuantificación y evaluación de los impactos las realizan un grupo de especialistas convocados para ese efecto y generalmente sin ninguna guía preestablecida”
Matrices	Consisten en tablas de doble entrada útiles para la identificación de impactos a través de la interacción de los factores ambientales con las acciones del proyecto. Presentan la información en forma de matriz determinando así relaciones causa-efecto entre acciones e impactos.
Listados	Presentan acciones y/o impactos comúnmente asociados con ciertas etapas de determinados proyectos, de los cuales los analistas seleccionan los posibles impactos del proyecto.
Métodos de superposición	Se basan en la elaboración de una serie de mapas de factores ambientales que se superponen para indicar área de mayor impacto.
Redes	Presentan las relaciones temporales y causativas entre impactos a través de la elaboración de esquemas que ilustran cuales son los impactos directos e indirectos.
Modelos de simulación	Técnicas utilizadas para predecir estados futuros de parámetros ambientales específicos, por ejemplo, modelos de dispersión de partículas en el aire, modelos de contaminación de corrientes, etc.
Evaluación cualitativa de los impactos	Métodos en los cuales se emplean formas de ponderación para asignar pesos de importancia relativa en cada uno de los impactos o características ambientales, destacando así los más significativos.
Métodos integrales	Hacen posible la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, mediante adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación directa.

Fuente: Modificado de Erazo, 1998

De acuerdo a Canter (2000), entre los métodos más utilizados se encuentran las matrices de interacción, los diagramas de redes y las listas de control.

Por otra parte, Garmendia et al, 2005, también definió un sistema de clasificación general de las metodologías de EIA (Tabla 3)

Tabla 3. Clasificación General de las metodologías de EIA, según Garmendia (2005)

Métodos	Descripción	Aplicaciones metodológicas
Métodos de identificación de alternativas	Los métodos de identificación de alternativas se han utilizado especialmente para localizar las áreas más adecuadas para desarrollar un proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Superposición de transparencias • Metodología de Mc Harg • Sistemas de Información geográfica.
Métodos para ponderar factores	Métodos de consulta expertos para ponderar factores ambientales como paso previo al proceso de valoración de los impactos	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología Delphi.
Métodos para identificar impactos	Métodos a través de los cuales se pueden identificar los impactos directos, secundarios y/o terciarios de un proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Listas de revisión. • Cuestionarios del Banco Mundial • Diagramas de Redes • Metodología de Sorensen. • Matriz de interacción entre factores.
Métodos de evaluación de impactos	Son útiles para poner un valor a cada impacto y al impacto total de un proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de Leopold • Metodología de Batelle-Columbus • Metodología de Galletta. • Análisis energético Mc Allister • Guías metodológicas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España. • Evaluación cualitativa

Fuente: elaboración basada en Garmendia, 2005

De acuerdo a los sistemas de clasificación (Tablas 2 y 3), se evidencia que las metodologías por la forma de identificar el impacto o de valorarlo, pueden ser clasificadas en dos o más categorías. Este es el caso de la matriz de Leopold o el método Battelle-Columbus.

3.2.2.1 Matriz de Leopold

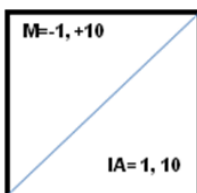
La matriz de interacción elemento-actividad más conocida es la desarrollada por Leopold et al en el año 1971. Comprende 100 acciones en el eje horizontal, que pueden causar cambios ambientales y 88 características ambientales en el eje vertical que pueden ser afectadas, existiendo un potencial de 8800 impactos en total (Tablas 4, 5 y 6).

De acuerdo a León (2004), el principio básico del método consiste, inicialmente, en señalar todas las posibles interacciones entre las acciones y los factores, para luego establecer, en una escala que varía de 1 a 10, la Magnitud e Importancia de cada impacto identificando si éste es positivo o negativo.

La magnitud de una interacción se mide de acuerdo a la severidad o extensión del impacto se describe mediante la asignación de un valor numérico comprendido entre 1 y 10, donde 10 representa una gran magnitud y 1 una pequeña.

La importancia de una interacción está relacionada con lo significativa que ésta sea de acuerdo al área de influencia directa del proyecto, o con una evaluación de las consecuencias probables del impacto previsto. La escala de la importancia también varía de 1 a 10, en la que 10 representa una interacción muy importante y 1 una interacción de poca importancia. Los impactos beneficiosos y adversos se identifican en la matriz mediante el uso de los símbolos (+) y (-) respectivamente (Leopold et al, 1971).

Figura 3. Valoración de impacto en la matriz de Leopold



M = Magnitud del Impacto
IA = Importancia Ambiental

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Lista de acciones que pueden causar impacto en la Matriz de Leopold

A. MODIFICACION DEL REGÍMEN	
1. Introducción de Flora y Fauna exótica	8. Canalización
2. Controles Biológicos	9. Riego
3. Modificación del Hábitat	10. Modificación del clima
4. Alteración de la cubierta terrestre	11. Incendios
5. Alteración de la hidrología	12. Superficie o pavimento
6. Alteración del drenaje	13. Ruido vibraciones
7. Control del río y modificación del flujo	
B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN	
14. Urbanización	24. Revestimiento de canales
15. Emplazamientos industriales y edificios	25. Canales
16. Aeropuertos	26. Presas y embalses
17. Autopistas y puentes	27. Escolleras, diques, puertos marítimos
18. Carreteras y caminos	28. Estructura en alta mar
19. Vías férreas	29. Estructuras recreacionales
20. Cables y elevadores	30. Voladuras y perforaciones
21. Líneas de transmisión y oleoductos	31. Desmontes y rellenos
22. Barreras incluyendo vallados	32. Túneles y estructuras subterráneas
23. Dragados y alineados de canales	
C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS	
35. Voladuras y perforaciones	39. Dragados
36. Excavaciones superficiales	40. Explotación forestal
37. Excavaciones subterráneas	41. Pesca comercial y caza
38. Perforaciones de pozos y transporte de fluidos	
D. PROCESOS	
42. Agricultura	50. Industria textil
43. Ganadería y pastoreo	51. Automóviles y aeroplanos
44. Piensos	52. Refinerías de petróleo
45. Industria lácteas	53. Alimentación
46. Generación energía eléctrica	54. Herrerías (Aserradero)
47. Minería	55. Celulosa y papel
48. Metalurgia	56. Almacenamiento de productos
49. Industria química	
E. ALTERACIONES DEL TERRENO	
57. Control de la erosión, cultivo.	60. Paisaje
58. Sellado de minas y control de residuos	61. Dragado de puertos
59. Rehabilitación de minas a cielo abierto	62. Aterramientos y drenaje
F. RECURSOS RENOVABLES	
63. Repoblación forestal	66. Fertilización
64. Gestión y control de vida natural	67. Reciclado de residuos
65. Recarga de aguas subterráneas	
G. CAMBIOS EN TRÁFICO	
68. Ferrocarril	74. Deportes náuticos
69. Automóvil	75. Caminos
70. Camiones	76. Telesillas, telecabinas, etc.
71. Barcos	77. Comunicaciones
72. Aviones	78. Oleoductos
73. Tráfico fluvial	
H. SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	
79. Vertidos en mar abierto	86. Vertido de aguas de refrigeración
80. Vertedero	87. Vertido de residuos urbanos
81. Emplazamiento de residuos mineros	88. Vertido de efluentes líquidos
82. Almacenamiento subterráneo	89. Balsas de estabilización y oxidación
83. Disposición de chatarra	90. Tanques y fosas sépticas
84. Derrames en pozo de petróleo	91. Emisión de corrientes residuales a la atmósfera
85. Disposición en pozos profundos	92. Lubricantes o aceites usados
I. TRATAMIENTOS QUIMICOS	
93. Fertilización	96. Control de maleza y vegetación terrestre
94. Descongelación química de autopistas	97. Pesticida
95. Estabilización química de suelos	
J. ACCIDENTES	
98. Explosiones	100. Fallos de funcionamiento
99. Escapes y fugas	
K. OTROS	

Fuente: Garmendia, 2005

Tabla 5. Características Ambientales que pueden ser afectadas Matriz de Leopold

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 EXTRACCIÓN DE RECURSOS 1. Recursos minerales 2. Material de construcción 3. Suelos 4. Geomorfología 5. Campos magnéticos y radioactividad de fondo 6. Factores físicos singulares A.2 AGUA 7. Superficiales 8. Marinas 9. Subterráneas 10. Calidad 11. Temperatura 12. Recarga 13. Nieve, hielos, heladas	A.3 ATMÓSFERA 14. Calidad (gases, partículas) 15. Clima (micro, macro) 16. Temperatura A.4 PROCESOS 17. Inundaciones 18. Erosión 19. Deposición 20. Solución 21. Sorción 22. Compactación y asentamientos 23. Estabilidad 24. Sismología 25. Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1 FLORA 26. Árboles 27. Arbustos 28. Hierbas 29. Cosechas 30. Microflora 31. Plantas acuáticas 32. Especies en peligro 33. Barreras, obstáculos 34. Corredores	B.2 FAUNA 35. Aves 36. Animales terrestres, incluso reptiles 37. Peces y mariscos 38. Organismos bentónicos 39. Insectos 40. Microfauna 41. Especies en peligro 42. Barreras 43. Corredores
C. FACTORES CULTURALES	
C.1 USOS DEL TERRITORIO 44. Espacios abiertos y salvajes 45. Zonas húmedas 46. Selvicultura 47. Pastos 48. Agricultura 49. Zona residencial 50. Zona comercial 51. Zona industrial 52. Minas y canteras C.2 RECREATIVOS 53. Caza 54. Pesca 55. Navegación 56. Zona de baño 57. Camping 58. Excursión 59. Zonas de recreo C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO 60. Vistas panorámicas y paisajes 61. Vistas panorámicas y paisajes	62. Espacios abiertos 63. Paisajes 64. Agentes físicos singulares 65. Parques y reservas 66. Monumentos 67. Especies o ecosistemas especiales 68. Lugares u objetos históricos 69. Desarmonías C.4 NIVEL CULTURAL 70. Modelos culturales 71. Salud y seguridad 72. Empleo 73. Densidad de población C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA 74. Estructuras 75. Red de transportes 76. Red de servicios 77. Disposición de residuos 78. Barreras 79. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
80. Salinización de recursos hidráulicos 81. Eutrofización 82. Vectores, insectos y enfermedades 83. Cadenas alimentarias	84. Invasión de maleza 85. Controles biológicos 86. Modificación hábitat 87. Introducción de flora y fauna exótica
E. OTROS	
88. otros.	

Fuente: Garmendia, 2005

Tabla 6. Esquema de la matriz de Leopold

INSTRUCCIONES		ACCIONES												
		A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN												
		A. Introducción de flora o fauna exótica	B. Controles biológicos	C. Modificación del hábitat	D. Alteración de la cubierta terrestre	E. Alteración de la hidrología	F. Alteración del drenaje	G. Control del río y modificación del caudal	H. Canalización	I. Riego	J. Modificación del clima	K. Incendios	L. Pavimentaciones de superficies	M. Ruidos y vibraciones
<p>1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto</p> <p>2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto</p> <p>3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada celda con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD la IMPORTANCIA del posible impacto</p>														
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES														
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	A. Recursos minerales												
		B. Materiales de construcción												
		C. Suelos												
		D. Geomorfología												
		E. Campos magnéticos y radioactividad de fondo												
		F. Factores físicos singulares												

Fuente: Elaboración propia con información de Leopold et al, 1971

Terminado el proceso de diligenciamiento de la matriz, se deben someter a evaluación aquellas calificaciones por encima del valor absoluto entre 7 y 10 y elaborar un documento técnico de soporte que justifique los valores numéricos asignados a la Magnitud y a la Importancia de los impactos (Leopold et al, 1971).

Además incluir una la discusión de los impactos más significativos, sin subestimar aquellos impactos de baja magnitud e importancia que tendrán que ser tenidos en cuenta para la elaboración de los programas y formulación de medidas de manejo ambiental.

3.2.2.2 Método de Batelle-Columbus

El método Batelle-Columbus, es una lista de chequeo que incorpora la ponderación numérica de las características ambientales y la conversión de valores de medidas a unidades conmensurables para facilitar comparaciones directas. Fue elaborado para la planificación y gestión de recursos hídricos en Estados Unidos. Al aplicarlo a otros proyectos, sirve la metodología pero hay que revisar los valores asignados a los índices ponderales e incluso modificar sus componentes (Dee, et al, 1973).

La metodología se fundamenta en la organización de los componentes ambientales en un sistema de niveles. Según Toro (2009), se distinguen 4 categorías o niveles, que se subdividen en 17 componentes y éstos en 78 parámetros o indicadores ambientales en los cuales se realiza una distribución de 1000 unidades de importancia (Figura 4)

Los factores ambientales se agrupan en cuatro (4) categorías: ecología, contaminación ambiental, aspectos estéticos y aspectos de interés humano. Cada una de estas categorías se divide en componentes de la siguiente manera:

Categoría 1. Ecología

1. Especies y poblaciones
2. Hábitat y comunidades
3. Ecosistema

Categoría 2. Contaminación Ambiental

4. Contaminación del aire
5. Contaminación del agua
6. Contaminación del suelo
7. Contaminación por Ruido

Categoría 3. Aspectos Estéticos

8. Suelo
9. Aire
10. Agua
11. Biota
12. Objetos artesanales
13. Composición

Categoría 4. Aspectos de interés humano

14. Estilos de vida
15. Valores educacionales y científicos
16. Valores históricos
17. Cultura
18. Sensaciones

Toro (2009), resume el procedimiento de aplicación del método en las siguientes etapas:

Etapas 1. Asignación de valores a los parámetros

Se procede al trabajo de campo para asignar valores a los parámetros/indicadores ambientales, en las situaciones con y sin proyecto. Para ello se usan las medidas y unidades correspondientes a cada indicador, v.gr: 7 mg/l de Oxígeno disuelto y 2 ppm de NO₂.

Etapa 2. Transformación de los indicadores de calidad ambiental

En esta etapa se realiza una transformación de los índices de calidad ambiental (CA) mediante el uso de funciones de transformación, cuyo valor se encuentra en el rango de cero a uno (0-1). Se asigna el valor de cero (0) a la mala calidad ambiental y 1 para buena calidad ambiental; de esta manera todos los indicadores se encontrarán en unidades conmensurables, lo cual facilita la medición del cambio del indicador ayudando a tomar decisiones de manera más fácil y objetiva.

Las funciones de transformación fueron generadas en la metodología de Battelle mediante consulta a expertos, pudiéndose generar para proyectos particulares nuevas funciones o utilizar las que se encuentran desarrolladas para los diferentes indicadores.

Etapa 3. Asignación de Unidades de Importancia a los factores

Cada componente o factor ambiental posee una función diferente en el sistema y un grado de importancia que hacen pertinente asignarles un valor. Para ponderar el impacto se distribuyen un total de 1000 (mil) puntos o Unidades de Importancia del Parámetro (UIP), entre los indicadores, a criterio del equipo que desarrolla la valoración del impacto; estas UIP reflejan la importancia relativa de cada factor.

Etapa 4. Cálculo de la Unidades de Impacto Ambiental

Los efectos ambientales se calculan como una suma ponderada de unidades conmensuradas llamadas unidades de impacto ambiental (UIA). Los pesos relativos de los aspectos ambientales individuales se expresan en unidades de importancia del parámetro (UIP).

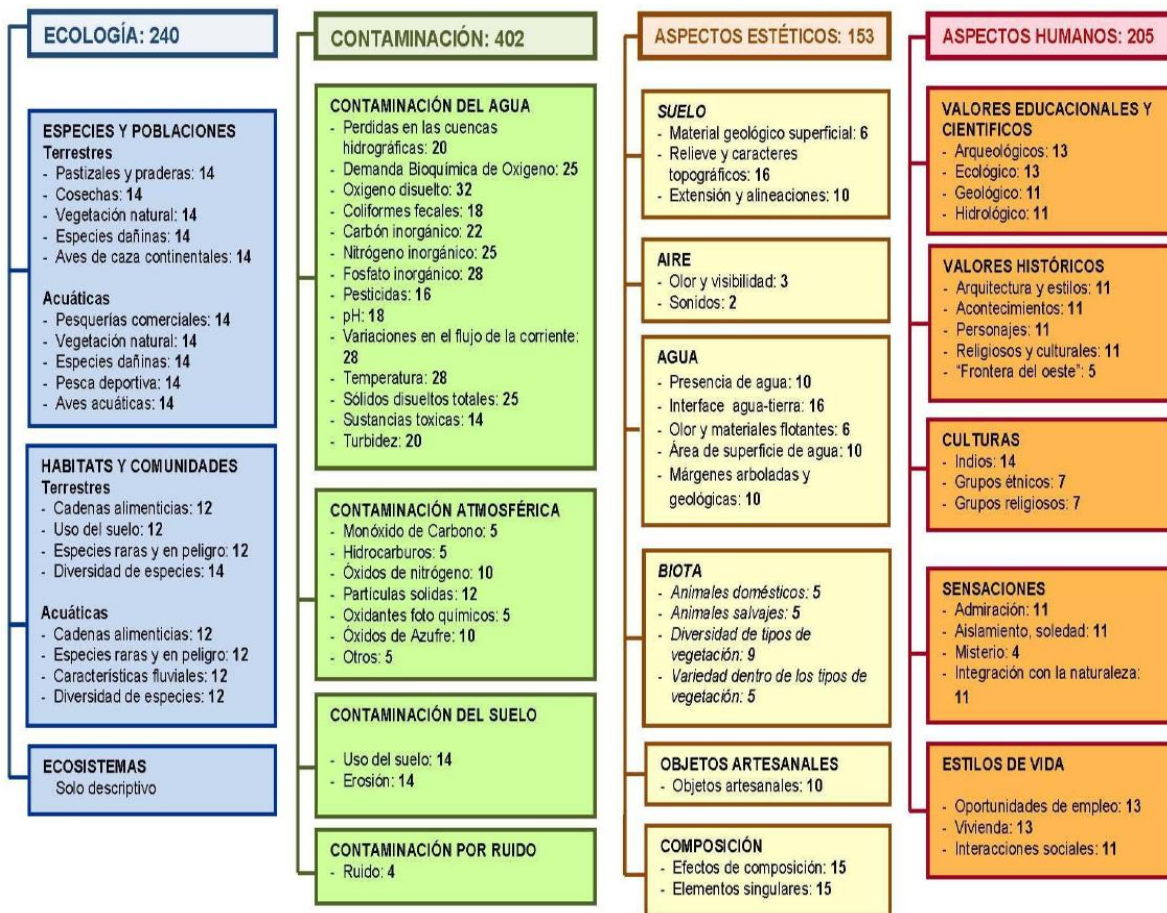
El puntaje final de los efectos ambientales sobre cierta acción propuesta, se obtiene como la diferencia entre las dos fases para las condiciones ambientales futuras previstas, sin el proyecto propuesto y con el proyecto.

Para el cálculo de las Unidades de Impacto Ambiental se utiliza la ecuación 1.

$$\Delta(UIA) = \sum_{i=1}^m (CAi) * UIPi - \sum_{i=1}^m 2(CAi) * UIPi \quad (1)$$

Donde, **UIA**: Unidades de Impacto Ambiental,
(CAi)1: Unidades de calidad ambiental con proyecto,
(CAi)2: Unidades de calidad ambiental sin proyecto,
UIP: Unidades de Importancia del parámetro,
m: Número de parámetros ambientales.

Figura 4. Sistema de ponderación de factores propuesto por el método de Battelle



Fuente: Toro, 2009

3.2.2.3 Metodología Cualitativa

Las metodologías de valoración cualitativa son ampliamente utilizadas para la EIA y se fundamentan en el uso de atributos o cualidades con los cuales se pueden calificar los impactos de cada una de las alternativas de un proyecto, asignando valores prefijados según esa cualidad sea alta, media o baja. Los valores obtenidos para cada impacto pueden volver a reflejarse en una matriz de cruce entre acciones y factores, denominada matriz de importancia (Garmendia, 2005).

La metodología cualitativa corresponde a un método matricial que se ha hecho común porque combina la evaluación cualitativa y evaluación cuantitativa. Básicamente, se fundamenta en la metodología de matrices causa-efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y de la metodología del Instituto Battelle-Columbus con resultados cuantitativos (Conesa, 1997).

Conesa (1997), resume la metodología cualitativa en los siguientes pasos:

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes
2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados
3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.
4. Valoración Cualitativa de las acciones y los factores ambientales

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes

En esta fase se deben identificar las acciones susceptibles de producir impactos para las fases de construcción, operación y de ser necesario para la fase de abandono del proyecto. Para la identificación de las acciones, se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo por nuevas ocupaciones y/o por desplazamiento de la población
- Acciones que generan emisión de contaminantes a la atmósfera, a las aguas superficiales y subterráneas y/o al suelo.
- Acciones derivadas del almacenamiento de residuos dentro del núcleo de la actividad, por el transporte, en vertederos y/o almacenes especiales
- Acciones que implican sobreexplotación de materias primas, consumos energéticos y/o consumos de agua
- Acciones que implican subexplotación de recursos agropecuarios y/o faunísticos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico generando efectos de emigración, disminución y/o aniquilación de especies
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje por cambios en la topografía, el suelo, la vegetación y/o el agua
- Acciones que repercuten en las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Finalmente, el número de acciones para cada caso en particular puede verse aumentado o reducido de acuerdo a las características y al nivel de complejidad del proyecto que se esté evaluando.

2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados

El ambiente que funciona como un sistema, para fines de facilitar el proceso de evaluación, debe ser dividido en subsistemas, componentes ambientales y finalmente en factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

El objetivo de esta fase consiste en identificar finalmente los factores ambientales con la finalidad de detectar los aspectos del ambiente sobre los cuales pueden

ocurrir cambios positivos o negativos ante las acciones del proyecto en sus diferentes fases. Para identificar los factores ambientales, Conesa (1997), sugiere un modelo de dos sistemas, cinco subsistemas y doce componentes ambientales, que facilitan el manejo de la metodología (Tabla 7).

Tabla 7. Componentes Ambientales en la metodología de valoración cualitativa

SISTEMA AMBIENTAL	SUBSISTEMA AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	Atmósfera
		Suelo
		Agua
	MEDIO BIOTICO	Flora
		Fauna
	MEDIO PERCENTUAL	Paisaje
MEDIO SOCIO-ECONOMICO Y CULTURAL	MEDIO SOCIO-CULTURAL	Uso del territorio
		Cultura
		Infraestructura
		Humanos y estético
	MEDIO ECONOMICO	Economía
		Población

Fuente: Conesa, 1997

3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.

Una vez que han sido identificados las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles de ser impactados, se procede al análisis de las interacciones medio-acción, que dará como resultado la identificación de los impactos. A partir de esta fase del proceso, se inicia la Valoración Cualitativa propiamente dicha (Toro 2009).

La valoración cualitativa se realiza a partir de una matriz de doble entrada (Tabla 8). Cada casilla de cruce en la matriz ofrece una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental.

Tabla 8. Matriz de impactos

Componentes	Factores ambientales	Acciones del proyecto				
		A ₁	A ₂	A ₃	A _i	A _n
Componente 1	F ₁	F ₁ x A ₁				
	F ₂	-	F ₂ x A ₂		-	
	F ₃			F ₃ x A ₃		
	F _j	-			F _j x A _i	
	F _n					F _n x A _n
Total impacto componente 1						

Fuente: Conesa, 1997

La importancia de cada impacto que se registra en cada cruce de la matriz es determinada de manera cualitativa a través de la ecuación 2.

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

En la ecuación 2, el signo corresponde al carácter del impacto, IN representa la intensidad, EX la extensión, MO el momento, PE la persistencia, RV la reversibilidad, SI, la sinergia, AC la acumulación, EF el efecto, PR la periodicidad y RB la recuperabilidad.

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos (Tabla 9), los valores que se obtienen varían entre 13 y 100. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como Irrelevante ($0 \leq I < 25$), Moderado ($25 \leq I < 50$), Severo ($50 \leq I < 75$) o Crítico ($75 \leq I$).

Tabla 9. Atributos de los Impactos en el cálculo de la importancia en la metodología cualitativa

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
		Media	2
Impacto Perjudicial	-	Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)	
Sin Sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy Sinérgico	4		
EFEECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto	1	Irregular o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (RB)		Si $I \geq 025$; impacto irrelevante Si $I \geq 25 < 50$; impacto Moderado Si $I \geq 50 < 75$; impacto Severo Si $I \geq 75$; impacto Crítico	
De manera inmediata	1		
A medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa, 1997

Según Conesa (1997), los atributos utilizados para el cálculo de la importancia del impacto corresponden con las siguientes definiciones.

Signo. Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las acciones que van a interactuar con los distintos factores ambientales.

Intensidad (I). Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12; el valor 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX). Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, expresado en relación al porcentaje del área de influencia, en que se manifiesta el impacto.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1); si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el impacto será total (8), considerándose situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

En el caso de que el impacto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

Momento (MO). Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerado. Cuando el tiempo transcurrido es inmediato o menor a 1 año el MO se considera a corto plazo, asignándole un valor de (4); si el periodo de manifestación del impacto se encuentra entre 1 a 5 años,

se considera el MO a medio plazo, asignándole un valor de (2), y si el impacto tarda en manifestarse más de 5 años, se considera el MO a largo plazo y se le asigna un valor de (1).

Persistencia (PE). Tiempo supuesto de permanencia del efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor ambiental afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del impacto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un impacto fugaz, asignándole un valor de (1); si dura entre 1 y 10 años, temporal (2), y si el impacto tiene una duración superior a 10 años, se considera el impacto permanente asignándole un valor de (4)

Reversibilidad (RV). Posibilidad de retorno en el tiempo del factor ambiental por medios naturales a las condiciones que tenía antes de la ocurrencia de la acción. Si es a corto plazo, menor de un año, se le asigna un valor de (1), si es a medio plazo, de 1 a 5 años, se le asigna un valor de (2) y si el impacto es irreversible se le asigna un valor de (4).

Recuperabilidad (RB). Posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el impacto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el impacto es mitigable y se le asigna un valor de (4); cuando el impacto es irrecuperable se le asigna un valor de (8); en el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de (4).

Sinergia (SI). Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más impactos simples. Cuando una acción, actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, se le asigna un valor de (1); si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de (2) y si es altamente sinérgico (4).

Acumulación (AC). Este atributo mide el incremento de la manifestación de un impacto cuando persiste reiteradamente la acción que lo genera; cuando una acción no produce impactos acumulativos se valora como (1); si el impacto es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF). Se refiere a la relación causa efecto o forma la manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.

Si el efecto es indirecto, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un impacto directo, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de (1) en el caso de que el impacto sea indirecto y el valor de (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PR). Este atributo se refiere a la regularidad de manifestación del impacto, bien sea de manera cíclica o recurrente (impacto periódico), de forma impredecible en el tiempo (impacto irregular), o constante (impacto continuo). A los impactos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular (1).

4. Valoración Cualitativa de las acciones y los factores ambientales

En esta etapa se lleva a cabo una valoración cualitativa de cada una de las acciones que han sido causa de impacto y a su vez de los factores que han sido impactados (Conesa, 1997).

Ponderación de los factores ambientales

Los factores ambientales presentan importancias distintas, en cuanto mayor o menor sea su contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos se puedan analizar en conjunto para tener una dimensión de la situación general. Por este motivo es necesario llevar a cabo la ponderación de los factores ambientales, teniendo en cuenta la contribución a la situación del ambiente, estos valores de ponderación se usarán el cálculo del Impacto Ambiental Total (Toro, 2009)

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno, expresada en Unidades de Importancia (UIP); la asignación de los valores de UIP se puede hacer teniendo en cuenta el criterio del grupo que desarrolla la EIA, valores estandarizados como los del sistema de ponderación de la metodología de Battelle o mediante consulta a expertos (Tabla 10).

En la determinación de los factores ambientales y la asignación de las UIP, deben tenerse en cuenta ciertos criterios básicos:

- Los factores deben ser representativos del entorno, relevantes, excluyentes entre sí y exhaustivos.
- Los factores deben ser fácilmente identificables y fácilmente cuantificables.
- Las UIP que se asignan a cada factor permitirán realizar ponderaciones de los efectos globales. Para facilitar esta tarea, así como para facilitar la interpretación de las UIP se establece la condición de que la suma de las importancias de los factores debe ser 1000, 100 o 1 (Conesa, 1997).

Tabla 10. Ponderación de los Factores Ambientales en la metodología cualitativa

COMPONENTE AMBIENTAL	UIP (Total = 1000)
Atmosfera	100
Suelo	100
Agua	100
Flora	100
Fauna	100
Paisaje	100
Uso del territorio	75
Cultura	50
Infraestructura	50
Humanos y estético	100
Economía	50
Población	75

Fuente: Toro, 2009

Valoración relativa de las acciones del proyecto

Efectuada la ponderación de los factores ambientales, se procede a valorar de manera cualitativa, en base a la importancia (I_{ij}) de los impactos, que cada acción (A_i) del proyecto genera en cada factor ambiental (F_j).

La suma ponderada de la importancia (I_{ij}) del impacto ubicada en las columnas, (I_{Ri}), permite identificar las acciones con mayor potencialidad para generar impactos (Aquéllas que tienen calificaciones negativas altas), las de menor potencialidad para generar impactos (Aquéllas que tienen calificaciones negativas bajas) y las beneficiosas (Aquéllas con valores positivos), pudiendo analizarse las mismas según los impactos generados sobre los factores ambientales (Tabla 10).

Igualmente, la suma ponderada de la importancia del impacto, ubicada en las filas (I_{Rj}), permite identificar los factores ambientales que sufren, en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad considerando su ponderación específica, lo que significa el grado de participación de los factores ambientales en el deterioro del ambiente (Tabla 11).

Tabla 11. Matriz para la valoración de la importancia del impacto

Factores ambientales	UIP	Alternativa del proyecto 1				Total
		Acciones				
		A ₁	A ₂	A _i	A _n	
F ₁	P ₂					
F ₂	P ₂					
F _j	P _j			I _{ij}	I _{nj}	I _{Rj}
F _m	P _m					
Total				I _{Ri}		I _R

Fuente: Toro, 2009

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada una de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados.

Finalmente con la aplicación y análisis del modelo se pueden determinar los siguientes tipos de importancia:

Importancia Total de los impactos generados por la acción i

$$I_i = \sum_j I_{ij} \quad (3)$$

Importancia Total ponderada de los impactos generados por la acción *i*

$$I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j \quad (4)$$

Importancia Total de los impactos generados a cada factor ambiental *j*

$$I_j = \sum_i I_{ij} \quad (5)$$

Importancia Total Ponderada de los impactos generados por la acción *i*

$$I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j \quad (6)$$

Importancia Total de los impactos generados por las acciones

$$I = \sum_j I_j \quad (7)$$

Importancia Total Ponderada de los impactos generados por las acciones

$$I_R = \sum_j I_{Rj} \quad (8)$$

3.2.2.4 Valoración cualitativa con análisis por técnicas difusas

Con el fin de mejorar la objetividad de la asignación de los rangos de calificación de los impactos, Duarte (2000), incorporó el análisis mediante técnicas difusas en la metodología cualitativa.

Duarte (2000), propone modificar la metodología cualitativa, descrita en la sección anterior, en varios sentidos:

- Representar las variables que se utilizan en el proceso como variables lingüísticas.

- Permitir que los valores asignados a cada variable sean números difusos, es decir, que permitan representar conceptos vagos y valores numéricos imprecisos.
- Desarrollar una estrategia para la caracterización de las medidas correctoras que deben incorporarse en el proyecto.

Toro (2009), resume la metodología en las siguientes etapas:

1. Identificación de Factores Ambientales

Para la descripción del entorno se propone una estructura jerárquica, con forma de árbol, cuyo número de niveles es establecido por el usuario, así como el nombre asociado a cada nivel, tanto en el caso de los factores como las actividades.

2. Identificación de Acciones del Proyecto

Las acciones se presentan por medio de una estructura jerárquica, y al igual que en la Identificación de Factores Ambientales se deja al usuario la definición de la cantidad de niveles. El árbol deberá tener al menos dos niveles: el nivel correspondiente al Proyecto (nodo raíz) y el nivel correspondiente a las Acciones (nodos hojas).

3. Determinación de la Importancia Difusa de los Impactos

Una vez identificados los impactos, se caracterizan mediante la estimación de la importancia de cada uno de ellos, para lo cual se propone la utilización de un sistema de computación con palabras basado en aritmética difusa. Cada impacto puede ser calculado con un sistema diferente; de esta forma cada grupo de expertos podrá emplear las variables que considere necesarias y definir las de forma independiente a los demás grupos.

A través de la ecuación 3, se analiza la importancia global de la actividad sobre el medio utilizando para ello las importancias individuales de cada impacto

$$y = \sum_{i=1}^n f_i w_i g_i(x_i) + \sum_{i=1}^n (1 - f_i) w_i g_i(1 - x_i) \quad (9)$$

Donde;

f_i , es un parámetro que toma valor 0 ó 1 e indica si la salida es creciente o no con respecto a la variable i de entrada;

w_i , es el peso de la variable i en el cálculo de la importancia y es definido por el usuario (la suma de los pesos debe ser igual a 1),

La función $g_i(x_i)$ es $g_i(x_i) = (x_i)^{\theta_i}$,

Donde; θ_i es un exponente seleccionado por el usuario, se emplea $\theta_i=2$ como valor por defecto.

4. Análisis aproximado difuso global

Esta es la etapa del proceso en la que se determina si el proyecto es compatible o no con el Medio Ambiente, y para ello se calculan algunos indicadores difusos. Para el cálculo de estos indicadores, se define un vector IMP que contiene q Importancias Difusas (Ecuación 4).

$$IMP = [\#I1 \#I2 \dots \#Iq] \quad (10)$$

Donde; cada $\#I_k$ representa la importancia difusa del impacto que una cierta acción produce sobre cierto factor ambiental.

Este vector puede estar formado por todas las Importancia Difusas del proyecto, o

por todas las importancias de los impactos recibidos por un factor F_i o por todas las importancias de los impactos producidos por una acción A_j .

Los indicadores difusos propuestos se calculan con sistemas de computación con palabras basados en aritmética difusa, y tienen las siguientes características:

- Las entradas del sistema son importancias difusas y la salida es un indicador difuso, que se sugiere sea asociado a una variable lingüística.
- No se tiene un número fijo de entradas al sistema, por lo que el mismo se adecua a cada valor de q .
- Los sistemas operan sobre un vector IMP de q Importancias difusas, que pueden ser: un número, un intervalo, una restricción difusa o cualquier palabra.

Finalmente, la metodología permite determinar los siguientes índices:

- Importancia media
- Importancia relativa al entorno
- Importancia absoluta
- Importancia media ponderada
- Importancia máxima (optimista)
- Importancia mínima (pesimista)
- Magnitud del Impacto
- Calidad Ambiental con el proyecto
- Calidad Ambiental neta
- Valor del Impacto ambiental

3.2.2.5 Valoración Cualitativa con inclusión de los índices de importancia de la actividad y de importancia de la vulnerabilidad ambiental en Colombia

Toro (2009), en el proceso de construcción de una propuesta metodológica genérica para la EIA en Colombia, incorporó los índices de importancia de la actividad y de importancia de la vulnerabilidad ambiental, permitiendo valorar el

impacto ambiental total que puede producir un proyecto en el contexto colombiano. De esta manera, se logra aumentar el nivel de objetividad en el momento de evaluar el impacto que una determinada acción puede causar sobre un determinado factor, por este motivo se tiene en cuenta el Impacto ambiental Potencial (IAP) que puede variar entre una actividad y otra y el Índice de Vulnerabilidad del factor que también puede variar de acuerdo al área geográfica donde se ejecute la actividad.

La metodología de Toro (2009) se puede resumir en las siguientes etapas:

1. Identificación de impactos significativos

Esta etapa contempla las siguientes actividades:

- Identificación de los impactos en una matriz de doble entrada tipo Leopold (1972) con las acciones y factores ambientales.
- Determinación del nivel de significancia del impacto, calificando de manera cualitativa la magnitud y la importancia

2. Cálculo de la importancia del proyecto

Se utiliza la ecuación 2, propuesta por Conesa (1997), con una modificación relacionada con la inclusión del atributo Posibilidad de Ocurrencia.

$$\text{Imp Pro} = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + EF + PR + RB) * PO \quad (1)$$

Donde; **Imp Pro** corresponde a la importancia del proyecto

PO representa la posibilidad de ocurrencia del impacto

3. Cálculo de la importancia de la actividad

Para calificar la importancia de la actividad (ImpAct) se incorpora el concepto de Impacto ambiental Potencial (IAP), que corresponde al efecto positivo o negativo probable que genera la implementación de un proyecto, obra, industria o actividad productiva sobre el medio físico.

La propuesta incluye el cálculo del IAP para once factores ambientales en 59 actividades que requieren de licencia ambiental en Colombia (Tabla 13).

Teniendo como referencia los valores cuantitativos del IAP, se procede a la asignación de los valores de la ImpAct; éstos deben estar homologados a los valores que toma la Importancia del impacto en la metodología cualitativa, que están en el rango de 13 a 100. Siguiendo este mismo criterio los valores de la Importancia de la Actividad estarán entre 20 a 100 y en esa forma cada valor cuantitativo del IAP obtendrá los valores de la tercera columna de la tabla 12.

Tabla 12. Valores de IAP para asignación de ponderación de actividades

CALIFICACIÓN IAP	SIGLAS MODIFICADAS	VALOR CUANTITATIVO
Impacto Ambiental Potencial Alto	IAP _A	100
Impacto Ambiental Potencial Moderado Alto	IAP _{MA}	80
Impacto Ambiental Potencial Moderado Bajo	IAP _{MB}	40
Impacto Ambiental Potencial Bajo	IAP _B	20

Fuente: Toro, 2009

Tabla 13. Factores ambientales incluidos en el análisis del IAP de las actividades

FACTORES AMBIENTALES	
Hábitat de Fauna (HF)	Calidad agua superficial (CAS)
Diversidad de Fauna (DF)	Seguridad Social (SS)
Diversidad de Flora (DFL)	Población (PO)
Calidad del aire (CA)	Empleo (EMP)
Capacidad agrológica del suelo (AGS)	Recursos Educativos (RE)
Cambio uso del suelo (CUS)	

Fuente: Toro, 2009

4. Cálculo de la importancia de la vulnerabilidad ambiental

Se utilizan los valores de la estimación de la vulnerabilidad de los factores ambientales, calificada teniendo en cuenta el estado del ambiente en las regiones naturales de Colombia. De esta manera se puede establecer el valor cuantitativo de la vulnerabilidad de los once factores en cada uno de los departamentos de Colombia (Tabla 14).

Tabla 14. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de Vulnerabilidad de los factores ambientales

VALORACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD	SIGLA	VALOR IMPORTANCIA DE LA VULNERABILIDAD
Vulnerabilidad Ambiental Alta	V _A	100
Vulnerabilidad Ambiental Moderada Alta	V _{MA}	80
Vulnerabilidad Ambiental Moderada Baja	V _{MB}	40
Vulnerabilidad Ambiental Baja	V _B	20

Fuente: Toro, 2009

5. Cálculo de la importancia del impacto ambiental total

Finalmente, la importancia del impacto ambiental total se calcula a través de la ecuación 12.

$$\text{ImpTotal} = 0,4 \text{ ImpPro} + 0,2 \text{ ImpAct} + 0,4 \text{ ImpVul} \quad (12)$$

Donde;

ImpPro, representa la importancia del proyecto.

ImpAct, representa la importancia de la actividad

ImpVul, representa la importancia de la vulnerabilidad ambiental del factor

ImpTotal, representa la importancia ambiental total del impacto

Debido a que la importancia total ambiental se determina de manera ponderada, esta resulta congruente con los rangos de valoración de la ImpPro. De esta manera la importancia ambiental total se cataloga como:

Irrelevante ($0 \leq I < 25$)

Moderada ($25 \leq I < 50$)

Severa ($50 \leq I < 75$)

Crítica ($75 \leq I$).

4. LA EIA EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

4.1 ANALISIS DEL MARCO LEGAL

En Colombia, la EIA, se introduce con la expedición del decreto 2811 de 1974. En este decreto se desarrolla el concepto de Declaratoria de Efecto Ambiental (derogado actualmente por el artículo 118 de la ley 99 de 1993) que indirectamente obliga a la realización de una EIA:

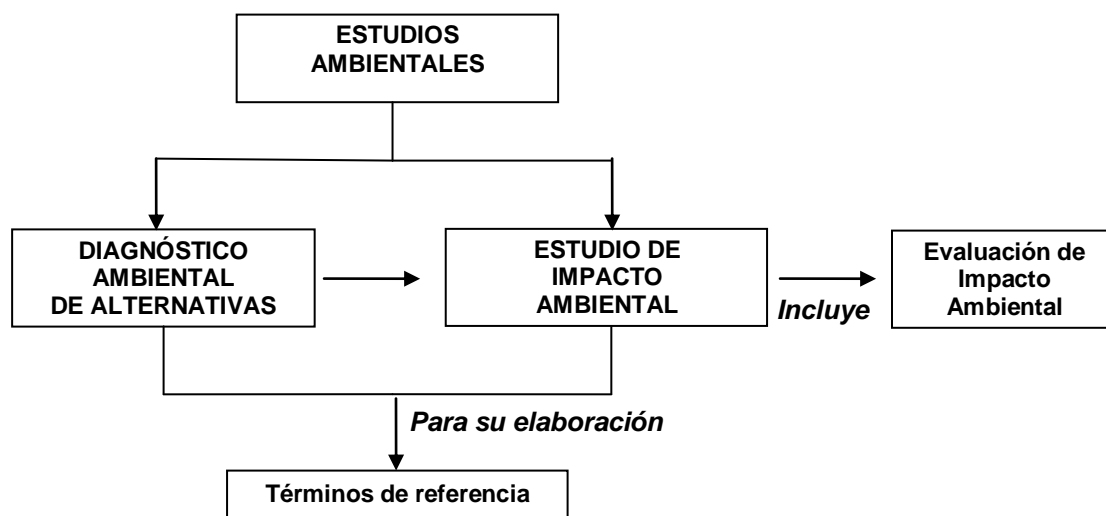
"Para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquiera otra actividad que, por sus características, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, se hace necesario el estudio ecológico y ambiental previo y, además, obtener licencia. En dicho estudio se tendrá en cuenta, aparte de los factores físicos, los de orden económico y social, para determinar la incidencia que la ejecución de las obras mencionadas pueda tener sobre la región". (Artículo 28, decreto 2811 de 1974).

Con la ley 99 de 1993 surge el concepto de licencia ambiental y como requisito para el trámite de la misma se exige la presentación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y/o el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). En este sentido, la EIA, pasa a ser subordinada de los Estudios de Impacto Ambiental, debido a que se constituye en una de las etapas necesarias en dicho estudio (Figura 5).

La ley 99 de 1993, en términos generales estableció el tipo de proyectos que requerían licencia ambiental, determinó cuáles debían ser las autoridades competentes para el otorgamiento y definió el procedimiento para el respectivo trámite (Figura 6). Posteriormente, estos aspectos han sido reglamentados de manera consecutiva mediante los decretos 1753 de 1994, 1728 de 2002, 1180 de

2003, 1220 de 2005 y 2820 de 2010, siendo este último el que se encuentra en vigencia (Tabla 15).

Figura 5. Diagrama de Estudios Ambientales



Elaboración propia, con información del decreto 2820 de 2010.

Entre los diferentes decretos que han sido expedidos desde 1994 hasta la fecha, no se reglamentan aspectos de fondo en el proceso de licenciamiento ambiental. Las modificaciones más relevantes se dieron con el decreto 1728 de 2002, que de manera favorable elimina las categorías de licencia ambiental única y ordinaria y mantiene la de licencia global, pero, exime del trámite de licencia ambiental a proyectos y actividades que por sus características y sus procesos son consideradas de alto impacto ambiental (Toro et al, 2010).

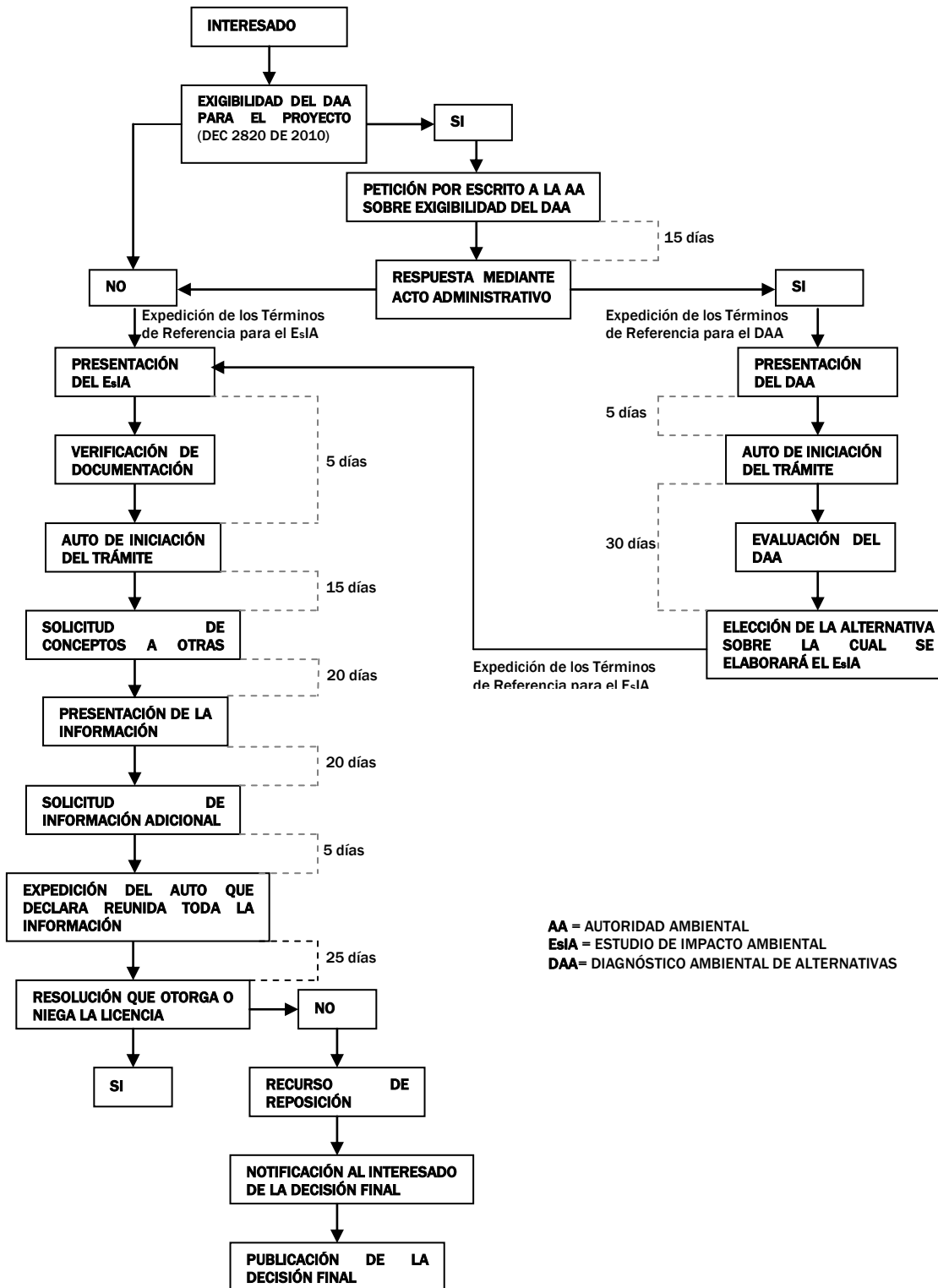
El cultivo intensivo de flores y el sector manufacturero de madera, papel, imprentas, productos alimenticios, productos metálicos, textiles, cuero, prendas de vestir y sustancias químicas, hacen parte de las actividades que fueron eximidos del trámite de licencia ambiental bajo argumentos de fomentar la actividad industrial de los grandes centros urbanos, pero subestimando el daño ambiental que la intensificación de algunas de estas actividades puede generar sobre el

ambiente al no existir garantías de un seguimiento adecuado por parte de las autoridades ambientales (CGR, 2006).

La contaminación del río Bogotá es un claro ejemplo sobre el grave daño que ha sufrido esta fuente hídrica por causa del vertimiento de residuos líquidos y sólidos altamente contaminantes que provienen de los procesos productivos de sectores industriales tales como el de curtiembres que en la parte alta de la cuenca genera diariamente cientos de toneladas de DBO, DQO y grandes cantidades de cromo (DNP, 2004). De manera general, se observa que el costo de las externalidades causadas en las principales fuentes hídricas del país a causa de la intensificación de las diferentes actividades industriales que no están sometidas al proceso de licenciamiento es tan alto que pese a las grandes inversiones realizadas por las instituciones estatales no se consigue mejorar la calidad del agua.

Por su parte, el decreto 2820 de 2010 a diferencia del decreto 1220 de 2005, incluye un listado de los proyectos sobre los cuales la autoridad ambiental debe emitir pronunciamiento frente al requerimiento de DAA, define nuevos casos en los cuales es necesario tramitar modificación de la licencia ambiental, establece que el EsIA deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y los términos de referencia y finalmente, crea la Ventanilla Única de Trámites Ambientales en Línea -VITAL, como sistema centralizado a través del cual se direccionen y unifiquen todos los trámites administrativos de licencia ambiental.

Figura 6. Esquema del procedimiento para obtener una licencia ambiental



Elaboración propia, con información del decreto 2820 de 2010.

Tabla 15. Proyectos, obras y/o actividades sujetos al trámite de Licencia Ambiental, en la legislación colombiana

Proyectos, obras y/o actividades	Decreto 1753/1994	Decreto 1728/ 2002	Decreto 1180/ 2003	Decreto 1220/2005	Decreto 2820/2010
Sector minero					
Explotación de carbón, materiales de construcción y arcillas, metales y piedras preciosas y semipreciosas o cualquier otro tipo de minerales sin importar su cantidad	X	X	X	X	X
Sector Hidrocarburos					
Ejecución de obras y actividades de exploración sísmica, perforación exploratoria, explotación, transporte, conducción y depósito de hidrocarburos, construcción y operación de refinerías.	X	X	X	X	X
Sector Hídrico					
Construcción de presas, represas o embalses	X	X	X	X	X
Proyectos que requieren transvase de una cuenca a otra.	X	X	X	X	X
Sector Agrícola y Pecuario					
Granjas pecuarias, acuícolas, piscícolas y avícolas	X				
Construcción y operación de distritos de riego	X	X	X	X	X
Introducción al país de parentales para la reproducción de especies de fauna y flora silvestre	X	X	X	X	X
Criaderos comerciales de fauna silvestre	X	X	X	X	X
Cultivo intensivo de flores	X				
Proyectos de reforestación y aprovechamiento forestal ^c	X				

Continúa en la siguiente página

Proyectos, obras y/o actividades	Decreto 1753/1994	Decreto 1728/ 2002	Decreto 1180/ 2003	Decreto 1220/2005	Decreto 2820/2010
Sector Eléctrico					
La construcción y operación de centrales generadoras de energía eléctrica con una capacidad mayor o igual a 10 MW, los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes, el tendido de líneas del sistema de transmisión	X	X	X	X	X
Sector Energía Nuclear					
Los proyectos para la generación de energía nuclear	X	X	X	X	X
Sector Marítimo y Portuario					
La construcción, ampliación y operación de puertos marítimos	X	X	X	X	X
Los dragados de profundización de los canales de acceso a los puertos		X	X	X	X
Construcción de rompeolas, espolones, tajamares, diques, canales y rellenos hidráulicos		X	X	X	X
La estabilización de playas y entradas costeras		X	X	X	X
La creación de playas artificiales y de dunas		X	X	X	X
El cierre de brazos y madre viejas en la red fluvial		X	X	X	X
Sector construcción y equipamientos urbanos					
Construcción de Cementerios	X ^a	X ^a	X ^a		
Construcción de centros para almacenamiento y distribución de alimentos	X ^a	X ^a	X ^a		
Desarrollo de parcelaciones, condominios y conjuntos habitacionales	X ^a	X ^a	X ^a		

Continúa en la siguiente página

Proyectos, obras y/o actividades	Decreto 1753/1994	Decreto 1728/ 2002	Decreto 1180/ 2003	Decreto 1220/2005	Decreto 2820/2010
Construcción de hospitales	X ^a	X ^a	X ^a		
Construcción, modificación y operación de terminales para el transporte terrestre de pasajeros y carga	X ^a	X ^a	X ^a		
Diseño y establecimiento de complejos y proyectos turísticos, recreacionales y deportivos ^b	X				
Diseño, establecimiento de centros industriales y Zonas Francas	X				
Construcción de Sistemas de Transporte Masivo	X ^a	X ^a	X ^a		
Estaciones de servicio, depósito y envasadoras de combustibles	X				
Sector Agua Potable					
Construcción de sistemas de acueducto para el abastecimiento de agua potable a más de 5.000 usuarios	X				
Sector Saneamiento Básico y Residuos Sólidos y Peligrosos					
Construcción y operación de sistemas de alcantarillado	X				
La construcción y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales que sirvan poblaciones iguales o superiores a 200.000 habitantes.	X	X	X	X	X
La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos peligrosos.	X	X	X	X	X
La construcción y operación de rellenos sanitarios.	X	X	X	X	X
Almacenamiento de sustancias peligrosas, con excepción de los hidrocarburos	X	X	X	X	X

Continúa en la siguiente página

Continuación

Proyectos, obras y/o actividades	Decreto 1753/1994	Decreto 1728/ 2002	Decreto 1180/ 2003	Decreto 1220/2005	Decreto 2820/2010
Sector industria Manufacturera					
Manufactura de madera y muebles	X				
Manufactura de papel, imprentas y editoriales	X				
Manufactura de productos alimenticios	X				
Manufactura de productos metálicos, maquinaria y equipos	X				
Manufactura de sustancias químicas básicas de origen mineral; alcoholes; ácidos Inorgánicos y sus compuestos oxigenados; explosivos, pólvora y productos pirotécnicos; productos derivados del caucho; industria de productos minerales no metálicos.	X				
Manufactura metales básicos	X				
Manufactura de textiles, prendas de vestir y cuero	X				
Sector transporte aéreo, vial y fluvial					
Construcciones, modificación y operación de Aeropuertos Internacionales y Nacionales y de Terminales Aéreas de fumigación	X	X	X	X	X
Ejecución de obras públicas de la Red Vial Nacional y Regional, construcción de carreteras, la construcción de nuevas calzadas, la construcción de túneles con sus accesos	X	X	X	X	X
Ejecución de obras públicas de la red Ferroviaria Nacional y Regional	X	X	X	X	X
Ejecución de obras públicas de la Red Fluvial Nacional y Regional	X	X	X	X	X
Otros sectores					
Manipulación genética y producción de microorganismos con fines comerciales	X	X	X	X	X

Continúa en la siguiente página

Proyectos, obras y/o actividades	Decreto 1753/1994	Decreto 1728/ 2002	Decreto 1180/ 2003	Decreto 1220/2005	Decreto 2820/2010
Producción e importación de pesticidas	X	X	X	X	X
Proyectos que afecten los Parques Nacionales Naturales	X	X	X	X	X

a No requieren LA, si existe POT aprobado

b Modificado por el Decreto 2183 de 1996.

c Derogado por el Decreto 1791 de 1996.

Fuente: Modificado de Toro, 2009.

4.2 METODOLOGÍA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

La propuesta de una Metodología General para la presentación de los Estudios Ambientales fue realizada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) con la publicación del decreto 1220 de 2005, sin embargo, la publicación definitiva de esta herramienta sólo se realizó en el año 2010 con la entrada en vigor del Decreto 2820 de 2010 y la resolución 1503 de 2010. Se esperaba que esta herramienta metodológica pusiera fin a las divergencias que pudieran existir entre quienes elaboran los EsIA y los encargados de la evaluación, pero los lineamientos establecidos para la etapa de EIA no definen con claridad el procedimiento metodológico que se debe seguir y no solucionan los problemas relacionados con la flexibilidad que existe en Colombia para usar cualquiera de los métodos de EIA existentes.

Frente a los lineamientos definidos por la Metodología para realizar la EIA (MAVDT, 2010) se citan los siguientes:

“En el estudio se deben detallar las metodologías empleadas, los criterios de valoración y la escala espacial y temporal de la valoración. La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales.

Para desarrollar la evaluación ambiental con y sin proyecto se debe tener en cuenta:

- Análisis de los impactos previos al proyecto, identificando las actividades que más han ocasionado cambios en el entorno ambiental y socioeconómico de la zona de estudio y realizar el análisis de tendencias.
- Análisis del proyecto en sus aspectos técnicos identificando las actividades impactantes en las diferentes etapas del mismo.
- Identificación y calificación de impactos esperados por la realización de las diferentes actividades del proyecto”.

Mientras en otros países como Argentina, Centroamérica, España y Alemania se ha reglamentado de manera general la metodología que debe ser utilizada para la EIA (Toro, 2009), en Colombia esta decisión se deja a criterio de quienes elaboran el EsIA de acuerdo al método que consideren más pertinente. Esto puede conducir a resultados en los cuales la valoración de los impactos no garantiza un proceso objetivo, máxime cuando el equipo consultor que realiza la evaluación en la mayoría de los casos mantiene relación laboral con el ejecutor del proyecto, obra o actividad.

Por otra parte, es importante citar dos aspectos mencionados en la metodología que permiten inferir lineamientos que pueden ser útiles en el proceso de

estandarización de una propuesta metodológica para Colombia y que se desarrollará en el próximo capítulo. Uno de ellos relaciona los criterios o atributos que deben ser tenidos en cuenta para el proceso de valoración cualitativa de los impactos que puede ser “entre otros, carácter, cobertura, magnitud, duración, resiliencia, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia” (Decreto 2820 de 2010).

El otro aspecto importante señala que “para valorar y jerarquizar los impactos, se debe tomar como referencia los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental” (Decreto 2820 de 2010).

4.3. TÉRMINOS DE REFERENCIA

Los términos de referencia definen los lineamientos generales que deben ser tenidos en cuenta para la elaboración de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente (Decreto 2820 de 2010). En este sentido, junto a la Metodología General, se convierten en la herramienta para la elaboración del EsIA y la identificación y valoración de los impactos ambientales; sin embargo, al revisar cada uno de los 27 términos de referencia que han sido publicados para las diferentes actividades que requieren del trámite de licencia ambiental, se evidencia que éstos dejan a la libre elección del evaluador el tipo de metodología a utilizar y sólo en algunos casos definen el uso de atributos para la calificación de los impactos (Toro, 2009).

4.4 MANUAL DE EVALUACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

El manual de evaluación de estudios ambientales fue publicado por el Ministerio del Medio Ambiente (MAVDT) en el año 2002 y tuvo como propósito establecer y

definir criterios técnicos y procedimentales para la evaluación de estudios ambientales presentados a las diferentes autoridades ambientales como parte del proceso de licenciamiento ambiental.

Frente a las características del evaluador se señala que éste debe tener objetividad y criterio, y sus juicios de valor no deben estar asociados con suceso particular alguno del proyecto.

En cuanto a las diferentes etapas de la evaluación de impactos se define una lista de chequeo a través de la cual se intenta determinar si el proceso se ha llevado cabo de manera adecuada. Entre las preguntas diseñadas para esta etapa se tienen las siguientes:

Identificación de los impactos

¿Se presenta una descripción y justificación del método de identificación y evaluación de los impactos, justificando la selección de los estándares, suposiciones y sistemas de valor utilizados para evaluar la significancia?

¿Considerando todas las fases del proyecto, se identifican todas las actividades y los componentes ambientales que pueden causar o ser susceptibles de impactos directos, indirectos y acumulativos?

¿Se identifican, describen y analizan los impactos directos, indirectos y acumulativos, usando una metodología sistemática?

¿De acuerdo con las fases del proyecto, se identifican los impactos que puedan surgir de condiciones anormales de operación o debido a accidentes?

Predicción de los impactos

¿Los datos utilizados para estimar la severidad de los impactos son suficientes para las predicciones ejecutadas. Estos datos están claramente descritos y se indica y explica cualquier vacío existente?

¿Los métodos utilizados para predecir la severidad de los impactos se describen y son apropiados para el tamaño e importancia de los efectos proyectados. Se discuten explícitamente las suposiciones y limitaciones de los métodos de predicción utilizados?

¿Cuándo hay incertidumbres acerca del proyecto y sus impactos sobre el medio ambiente, se realizan y describen las predicciones para el peor escenario?

¿La estimación de los impactos son registrados en cantidades medibles, con rangos y/o límites de confianza. Las descripciones cualitativas, donde sean necesarias, están tan completamente definidas como sea posible?

Evaluación de los impactos

¿Se le da un énfasis apropiado a los impactos más severos y adversos del proyecto?

¿Se describe la significancia o importancia de todos los impactos que puedan permanecer después de las medidas de mitigación (impactos residuales)?

¿La significancia o importancia de cada efecto pronosticado es discutida en términos del cumplimiento de los requerimientos legales y el número, importancia y sensibilidad de las personas, recursos u otros receptores afectados?

¿Se evalúa y se discute explícitamente la importancia de los impactos sobre elementos ambientales en el ámbito internacional (impactos transfronterizos)?

¿Se identifican indicadores apropiados para cada uno de los impactos ambientales identificados?

Las preguntas diseñadas resultan muy apropiadas para determinar si la EIA es adecuada, sin embargo, siguen guardando un alto nivel de subjetividad mientras no exista un procedimiento metodológico específico en el que se defina con claridad cuáles deben ser los criterios que se deben utilizar para la valoración cualitativa de los impactos. Por ejemplo, no se puede establecer con claridad si los métodos utilizados para predecir la severidad de los impactos son apropiados para el tamaño e importancia de los efectos proyectados, puesto que todos los métodos pueden resultar flexibles para este fin, ofreciendo ventajas y desventajas en algunos casos, entonces sería mejor que la Autoridad Ambiental recomendara el método.

Frente a la necesidad que existe de estandarizar un método específico el manual de evaluación precisa que las metodologías utilizadas deben cumplir con las siguientes características:

- Deben ser interdisciplinarias, sistemáticas, reproducibles y con un fuerte grado de organización y uniformidad.
- Deben considerar los sistemas más amplios posibles. Aunque cada parte debe ser estudiada por un especialista en la materia, las interpretaciones entre las distintas partes debe ser lo más estrecha posible.
- Las metodologías han de ser flexibles, aplicables en cualquier fase del proceso de planificación y desarrollo y han de revisarse constantemente, en función de los resultados obtenidos y de la experiencia adquirida. Deben ser adecuadas para poder efectuar un análisis integrado, global, sistemático e interdisciplinario del medio ambiente y de sus componentes.

Además, el Manual de Evaluación, argumenta que hay que tener presente que los métodos para evaluar el impacto ambiental son muy diferentes y deben ser elegidos por su claridad, precisión y reproducción. La misma metodología y procedimientos no es apta para diferentes proyectos, ya que cada proyecto, obra o actividad afecta en mayor o menor medida a los factores económicos, sociales, culturales o biológicos; sin embargo, no es recomendable usar el método de preferencia, puesto que el proceso de valoración para un mismo proyecto, utilizando diferentes criterios de evaluación (metodologías diferentes) puede conducir a resultados diferentes ante un proceso de calificación objetivo por parte del equipo de evaluadores, dependiendo de las ventajas y desventajas que puedan existir entre una metodología y otra.

Ante el planteamiento de preferir utilizar el método más conveniente para la EIA, el Manual de Evaluación, enfrenta una disyuntiva entre evaluar los impactos de diferentes proyectos recomendando un único método o utilizando el método de preferencia para el tipo de proyecto que se desee evaluar. Frente a la primera situación, de utilizar un método estándar con los mismos criterios de calificación puede considerarse que los resultados finales de la valoración no tienen porque cambiar el nivel de significancia de los impactos o grado de afectación de la calidad ambiental del factor evaluado. En la segunda situación, si se tiene un proyecto y éste es evaluado con diferentes metodologías el resultado final en el proceso de valoración de los impactos puede indicar que un mismo impacto ha recibido una mayor ponderación entre un método y otro, esto como resultado del número y el tipo de criterios que se utilizan en la evaluación, así como el nivel de ponderación de los mismos al realizar el cálculo de la importancia. De esta manera, el equipo que realiza la evaluación puede introducir adaptaciones a la metodología en función del proyecto, que conducen a sesgos en el proceso de calificación de los impactos.

El Manual de Evaluación señala que según la naturaleza e incidencia del proyecto en el entorno, la evaluación de impactos debe tener un enfoque diferente y que desde el punto de vista del impacto ambiental existen dos tipos de proyectos, los que pueden producir pequeños impactos y los que pueden provocar grandes impactos. De acuerdo a esto, se establece que los proyectos que producen pequeños impactos pueden utilizar metodologías con un nivel bajo de sofisticación, mientras que los proyectos que producen grandes impactos deben utilizar metodologías con un nivel moderado o alto de sofisticación.

Frente al nivel de conceptualización sobre los tipos de metodologías que deben ser utilizadas en función del tipo de proyecto, el manual de evaluación establece el siguiente sistema de clasificación:

- **Métodos con un nivel bajo de sofisticación**

Metodologías estándar que básicamente involucran organización y manipulación de información, a fin de facilitar la comprensión del medio ambiente. Son recomendadas para el DAA de cualquier tipo de proyecto; el EsIA o PMA de proyectos que pueden producir pequeños impactos. A manera de ejemplo se señalan los siguientes métodos:

- *Ad hoc*
- Lista de chequeo
- Matrices
- Redes
- Sobreposición.

- **Métodos con un nivel moderado de sofisticación**

Metodologías relativamente nuevas en términos de su adopción y utilización, pero que son en esencia viejas metodologías aplicadas en otras ciencias. Son recomendadas para la elaboración de EsIA o PMA, de

proyectos que pueden producir grandes impactos. A manera de ejemplo se señalan los siguientes métodos:

Métodos de identificación:

- Sistemas cartográficos
- Comparación de normas

Métodos basados en indicadores e integración de la evaluación:

- Método de Holes
- Método de la U. de Georgia

Métodos cuantitativos:

- Sistema Battelle
- Metodología Conesa

Métodos de simulación:

- Modelos de predicción

- **Métodos con un nivel alto de sofisticación**

Metodologías que han evolucionado en campos altamente técnicos, tales como la ingeniería y el software desarrollado para suplir las necesidades de evaluación ambiental. Son recomendadas para la elaboración de EsIA o PMA, de proyectos que pueden producir grandes impactos. A manera de ejemplo se señalan los siguientes métodos:

Sistemas de información geográfica:

- Modelaje espacial.

Al realizar un balance general de los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial frente a los alcances de la etapa de EIA

como parte del proceso de elaboración de los EsIA se encuentra que el Manual de Evaluación de Estudios ambientales ofrece un mayor número de criterios que pueden ser tenidos en cuenta no sólo por el evaluador sino que pueden servir de base para quienes se encargan de la elaboración de los EsIA. Curiosamente, muchos de los aspectos definidos en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales no son incluidos en la Metodología para la elaboración de estudios ambientales y en algunos casos algunos de los lineamientos resultan contrarios entre el manual y la metodología y/o los términos de referencia.

4.5 EVOLUCIÓN DEL TRÁMITE DE LICENCIAS AMBIENTALES ANTE EL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

Ante la necesidad de plantear un modelo metodológico para la EIA en Colombia resulta pertinente realizar un análisis al proceso de licenciamiento que se lleva a cabo en el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial como máxima autoridad ambiental del país encargada de dar trámite de licencia ambiental a los proyectos que pueden producir grandes impactos ambientales.

Revisando las estadísticas el número promedio de licencias ambientales tramitadas cada año en el MAVDT corresponde a 58, esto significa que cada año por lo menos se elaboran igual número de EsIA, si se tiene en cuenta que muchos de los procesos de licenciamiento no continúan de manera exitosa por parte de los interesados.

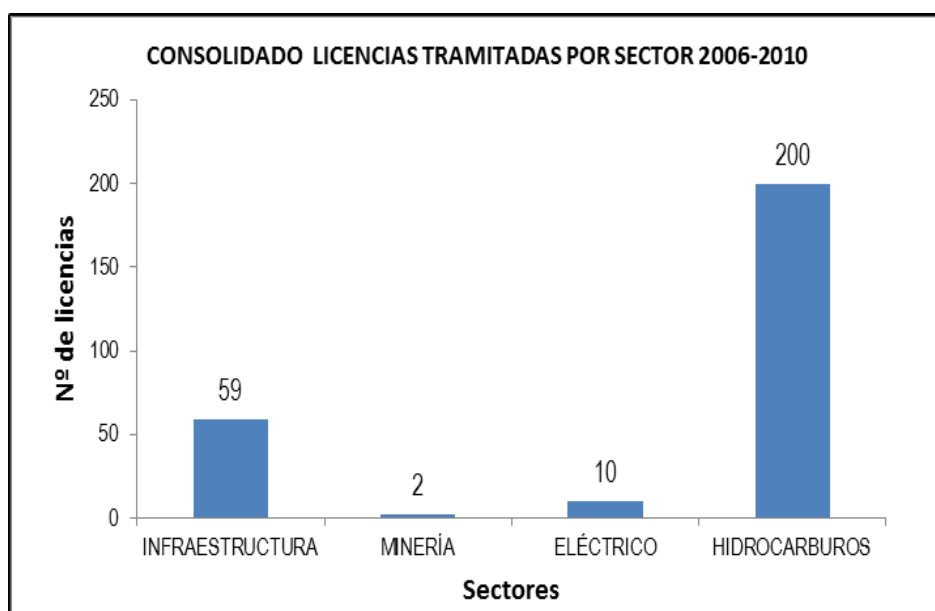
Entre el año 2006 y el mes de septiembre de 2010 se han tramitado un total de 271 licencias ambientales, observándose una leve tendencia a incrementarse desde 2007 y un mayor número de trámites en los sectores de hidrocarburos e infraestructura, respectivamente (Tabla 16 y Figura 7).

Tabla 16. Consolidado de licencias tramitadas por año ante el MAVDT

AÑO	Nº DE LICENCIAS TRAMITADAS
2006	41
2007	55
2008	57
2009	81
2010	37
TOTAL	271

Fuente: MAVDT, 2010

Figura 7. Número de licencias tramitadas por sector 2006-2010



Fuente: MAVDT, 2010

4.6 METODOLOGÍAS DE EIA UTILIZADAS PARA EL TRÁMITE DE LICENCIAS AMBIENTALES ANTE EL MAVDT

Ante la necesidad de conocer el tipo de metodologías que está siendo más utilizada en el proceso de elaboración de los EsIA en Colombia, se realizó un análisis de 33 EsIA de los 37 que han sido presentados ante el MAVDT durante la vigencia 2010 y que corresponden a licencias que ya fueron otorgadas en los sectores: infraestructura, eléctrico, minero e hidrocarburos. Los proyectos que fueron revisados corresponden a los presentados en la tabla 17.

Tabla 17. Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) revisados en la vigencia 2010

SECTOR	NOMBRE DEL PROYECTO
Vías	Construcción de la segunda calzada tramo El Tablón (PR34) – Chirajara (PR63) de los Sectores Uno Cáqueza PR34+160-PR38+400, Dos Puente Quetame PR41+143-PR44+655 y Tres Quebradas el Naranjal PR49+970-PR56+828
	Construcción de la doble calzada Bucaramanga - Cúcuta del K8+300 al K17+754.
	Construcción y operación de la segunda calzada entre los Puntos El Rosal – El Vino (Tramo 5).
	Doble calzada El Hatillo - Don Matías K0+000 - K4+000
	Construcción de la doble calzada desde Cartagena sector SAO hasta Arjona pasando por el municipio de Turbaco. Tramo 1.
	Construcción de la segunda calzada Ancón Sur - Primavera - Camilo C (K0+000 - Primavera (K13+200) Tramo No. 2.
	Doble calzada Cartagena - Barranquilla, Tramo 4, Sector PR49+000 - PR109+000
	Doble calzada tramo 4 PR 51+000 Cisneros-PR 61+500 Loboguerrero. (Municipio de Dagua-Valle del Cauca)
	Vía Triana - Loboguerrero, tramo 1. PR 16+100 Citronela-PR 29+000 Altos de Zaragoza con excepción de la franja norte de la calzada actual entre el PR22+533 al PR25+336

Continúa en la siguiente página

SECTOR	NOMBRE DEL PROYECTO
Eléctrico	Proyecto Puerto Libertador - GECELCA 3
Puertos	Construcción y operación de Terminal de Servicio Público Multipropósito, en el Distrito de Cartagena de Indias
Hidrocarburos	Área de perforación exploratoria Quifa Noreste
	Área de perforación exploratoria Llanos 16
	Área de perforación exploratoria Canaguaro
	Área de Interés de perforación exploratoria Guadual
	Explotación y desarrollo Campo Canacabare
	Área de Interés de perforación exploratoria Cebucán
	Área de perforación exploratoria RODHES
	Bloque de perforación exploratoria Jagüeyes B
	Área de perforación exploratoria Llanos 20
	Bloque de perforación exploratoria Jagüeyes A
	Bloque de perforación exploratoria Sabanero
	Campo Cravo Viejo
	Área de perforación exploratoria Cacique
	Área de perforación exploratoria Venado
	Área de Interés de perforación exploratoria Amarillo
	Área de perforación exploratoria Serrana
	Oleoducto Estación Monterrey-Altos del Porvenir
	Área de Desarrollo La Cuerva
	Bloque de explotación Buganviles
	Área de interés de perforación exploratoria Kaxan
Área de Desarrollo Morichal	
Área de perforación exploratoria Rumbero	

4.6.1 Metodología utilizada para el análisis de los EsIA

El análisis de cada uno de los documentos se centró principalmente en la etapa del EsIA que contiene la identificación y evaluación de los impactos. Para esto se diseñó un formato de evaluación de las metodologías de EIA en cada uno de los expedientes de licencias ambientales correspondientes a los 33 proyectos seleccionados en la vigencia 2010. El formato (Anexo 1), consiste en una lista de chequeo en la que se evalúan los siguientes criterios:

i. Escenarios de la EIA

La Metodología General exige que la EIA se realice para dos escenarios: sin proyecto y con proyecto. La EIA para aun escenario sin proyecto permite identificar el estado o nivel de calidad ambiental de los factores que posteriormente pueden verse afectados por la ejecución del proyecto. De esta manera, se puede determinar en forma aislada el impacto que causarán las nuevas actividades a ejecutar, sin que se atribuyan impactos cuyas causas no estén relacionadas con las acciones que se pretenden desarrollar.

ii. Descripción de impactos ambientales y las relaciones causales

El proceso de EIA no sólo conlleva a determinar la existencia de una interacción entre la acción y el factor sino que también exige una descripción de la forma como se ve afectado el factor por la acción y los diferentes impactos que las acción genera de manera directa o indirecta.

iii. Metodologías utilizadas en los EsIA en Colombia

Es importante conocer el tipo de metodologías utilizadas para la EIA en Colombia y distinguir si los métodos son cualitativos o cuantitativos, si corresponden con un bajo o alto nivel de sofisticación, si son adecuados al contexto colombiano o son importados de otros países.

iv. Uso de indicadores ambientales tomando como referencia los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental

Es importante conocer si los métodos de EIA que actualmente se utilizan en Colombia incluyen el uso de indicadores para determinar los cambios en el nivel de calidad ambiental del factor afectado por un determinada acción, dado que el proceso de EIA debe garantizar niveles de precisión y objetividad adecuados para la toma de decisiones.

v. Correlación entre impactos significativos y las medidas de manejo ambiental definidas en el PMA

El proceso de valoración de los impactos debe estar correlacionado con la fase en la cual se formulan las medidas de manejo ambiental, de esta forma se puede establecer con mayor precisión cuál es el impacto real o el impacto neto que causa el proyecto con la ejecución de cada una de las acciones.

4.6.1.1 Escenarios de la EIA

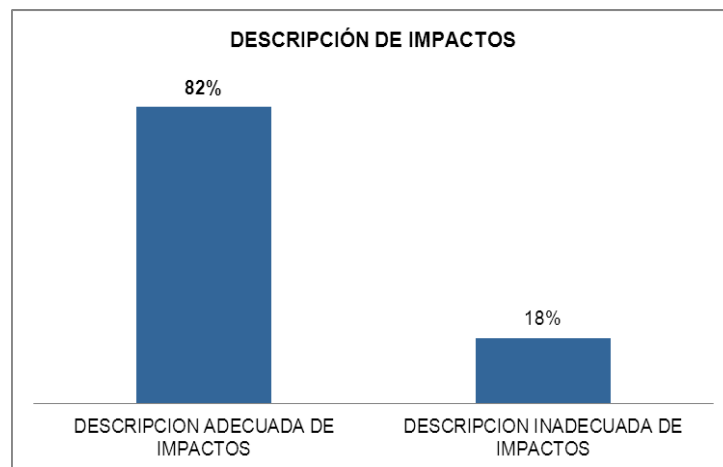
El 100% de los EsIA analizados realiza la EIA para los dos escenarios exigidos: escenario sin proyecto y escenario con proyecto. Pese a que la evaluación incluye ambas etapas, se evidencia dificultad en la identificación y descripción de los impactos ambientales para el escenario sin proyecto y en la mayoría de los casos no se realiza el proceso de valoración cualitativa de los mismos, lo cual no permite determinar el impacto neto (Impactos con proyecto-impactos sin proyecto) sobre el factor ambiental y podría conllevar al proceso de aparición de impactos residuales de otros proyectos o actividades que se desarrollan en el área de influencia y generar futuros procesos sinérgicos o acumulativos.

4.6.1.2 Descripción de impactos ambientales y las relaciones causales

Al revisar la etapa de descripción de impactos se encontró que la totalidad de los EsIA identifican el impacto a través del uso de matrices causa-efecto al determinar que existe la presencia de una interacción entre la acción impactante y el factor

ambiental afectado; sin embargo, la descripción de los impactos identificados sólo se realiza de manera adecuada en un 82% de los EsIA, donde por lo menos se define el impacto y se realiza una breve descripción del mismo y de las acciones que lo provocan. En un 18% de los EsIA, la descripción de los impactos no se realiza de manera adecuada, dado que después de identificar la presencia de la interacción entre la acción impactante y el factor ambiental no se describe de manera detallada el impacto (Figura 8).

Figura 8. Descripción de impactos



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.3 Metodologías utilizadas en los EsIA en Colombia

En relación con el tipo de metodología más utilizada se encontró que la totalidad de los EsIA utilizan métodos de tipo cualitativo. Esto implica que la EIA en Colombia se práctica con un alto grado de subjetividad.

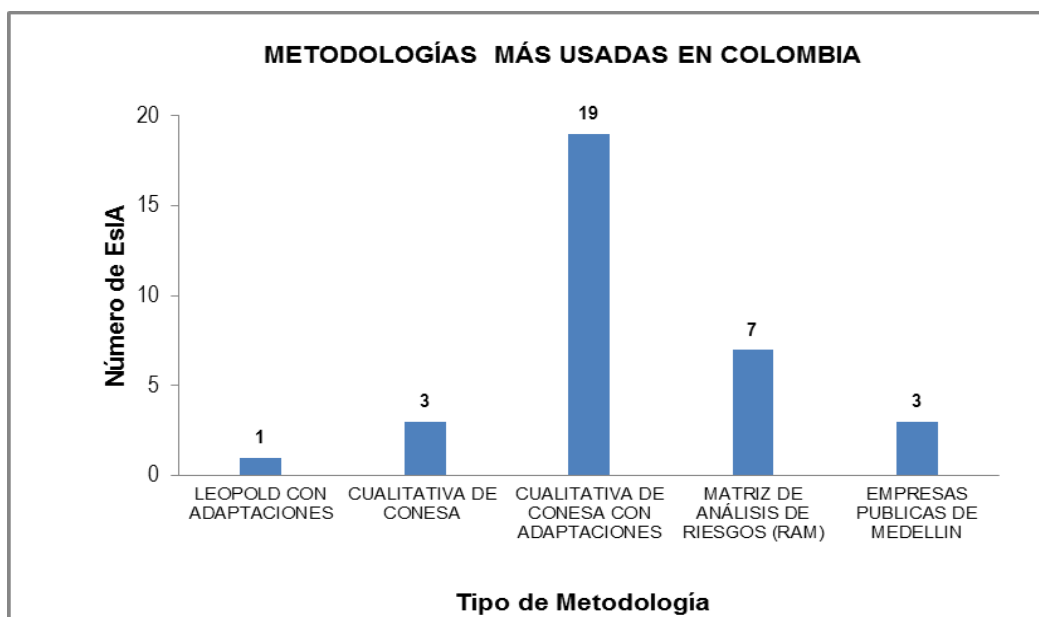
La metodología de mayor uso es la cualitativa, con los ajustes propuestos por Conesa (1997) con un 67%, de este porcentaje el 86% de los casos es sometida a ajustes o modificaciones para adaptarla a las necesidades particulares de cada proyecto, evidenciando que la mayoría de los equipos evaluadores no comparten a cabalidad la ecuación original definida para el cálculo de la importancia del

impacto. Por su parte, las modificaciones realizadas en la mayoría de los casos no están sustentadas en un análisis conceptual y estadístico previo, que permita validar las modificaciones planteadas.

Otro de los métodos que fue utilizado en el 21% de los casos, corresponde a la Matriz de Análisis de Riesgos (RAM). Realmente, este método en una primera etapa de valoración de los impactos utiliza los mismos conceptos que propone Conesa (1997), posteriormente en una matriz se realiza un análisis de riesgos a partir de la correlación entre la importancia del impacto y la probabilidad de ocurrencia.

En un menor número de casos se encontró el uso de los métodos propuestos por Empresa Públicas de Medellín y la matriz de Leopold, los cuales representan un 9% y un 3%, respectivamente (Figura 9).

Figura 9. Metodologías utilizadas para la valoración de impactos en Colombia



Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta un análisis de las diferentes modificaciones observadas en los EsIA analizados, con respecto al cálculo de la importancia ambiental mediante la ecuación básica (Ecuación 13) de la metodología cualitativa propuesta por Conesa (1997).

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) \quad (13)$$

Los valores de ponderación y los rangos de calificación modificados para cada una de las variables de la ecuación básica, se presentan en la tabla 18.

Tabla 18. Valor de ponderación criterios cualitativos en la metodología de Conesa

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	% PONDERACIÓN
IN	INTENSIDAD	1-12	23,1% - 36,0%
EX	EXTENSIÓN	1-12	15,4% - 24,0%
MO	MOMENTO	1-8	7,7% - 10%
PE	PERSISTENCIA	1-4	7,7% - 10%
RV	REVERSIBILIDAD	1-4	7,7% - 10%
RB	RECUPERABILIDAD	1-8	7,7% - 10%
SI	SINERGIA	1-4	7,7% - 10%
AC	ACUMULACIÓN	1-4	7,7% - 10%
EF	EFEECTO	1-4	7,7% - 10%
PR	PERIODICIDAD	1-4	7,7% - 10%
TOTAL			100,0%

FUENTE: Elaboración Propia.

Modificación 1

En la ecuación 14, se eliminan los atributos *IN*, *SI*, *AC*, *PR* y *RB*. Se supone que el uso del atributo duración (*D*), conceptualmente busca evaluar la persistencia *PE* del impacto. Además se cambian los porcentajes de ponderación de las variables de acuerdo a la tabla 19.

$$I = \pm(EX + MO + RV + D + EF) \quad (14)$$

Tabla 19. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 14

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	RANGO PONDERACIÓN (%)
EX	EXTENSIÓN	1-8	20,0% - 33,3%
MO	MOMENTO	1-4	16,7% - 20,0%
RV	REVERSIBILIDAD	1-4	16,7% - 20,0%
D	DURACIÓN	1-4	16,7% - 20,0%
EF	EFEECTO	1-4	16,7% - 20,0%
TOTAL			100,0%

FUENTE: Elaboración propia

Modificación 2

En la ecuación 15, se eliminan los atributos *SI*, *EF*, *MO* y *PR*, cambiando de esta forma los porcentajes de ponderación (Tabla 20). Se supone que el uso del atributo Magnitud (*M*) pretende evaluar la intensidad (*IN*) y duración (*D*), conceptualmente busca evaluar la persistencia *PE*.

$$I = \pm(3M + 2EX + D + RV + RB + AC) \quad (15)$$

Tabla 20. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 15

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	RANGO PONDERACIÓN (%)
M	MAGNITUD	1-4	16,7% - 18,2%
EX	EXTENSIÓN	1-4	16,7% - 18,2%
D	DURACIÓN	1-4	16,7% - 18,2%
RV	REVERSIBILIDAD	1-4	16,7% - 18,2%
RB	RECUPERABILIDAD	1-4	16,7% - 18,2%
AC	ACUMULACIÓN	1-2	9,1% – 16,7%
TOTAL			100,0%

Fuente: Elaboración propia

Modificación 3

En la ecuación 16, se eliminan la mayoría de los atributos utilizados por Conesa *EX, MO, PE, SI, AC, PR* y *RB*, cambiando de esta forma los porcentajes de ponderación (Tabla 21). Adicionalmente se utiliza el atributo posibilidad de ocurrencia o probabilidad de ocurrencia (*PO*).

$$I = \pm(PO + RV + EF + M) \quad (16)$$

Tabla 21. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 16

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	% PONDERACIÓN
PO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	1-3	25,00%
RV	REVERSIBILIDAD	1-3	25,00%
EF	EFEECTO	1-3	25,00%
M	MAGNITUD	1-3	25,00%
TOTAL			100,0%

Fuente: Elaboración propia

Modificación 4

En la ecuación 17, se eliminan los atributos *SI*, *MO* y *EF*, cambiando de esta forma los porcentajes de ponderación (Tabla 22). Se supone que el uso del atributo Magnitud (M) pretende evaluar la intensidad (IN), la cobertura (CO) pretende evaluar la extensión (EX), la duración (D) conceptualmente busca evaluar la persistencia (PE), la tendencia (TD) pretende evaluar la acumulación (AC) y el tipo (TP) pretende evaluar el efecto (EF). Adicionalmente se utiliza el atributo posibilidad de ocurrencia o probabilidad de ocurrencia (PO).

$$I = \pm(3M + 2CO + D + RV + TD + TP + PR + RB + PO) \quad (17)$$

Tabla 22. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 17

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	% PONDERACIÓN
M	MAGNITUD	1-8	11,1% - 24%
CO	COBERTURA	1-8	11,1% - 16%
D	DURACIÓN	1-12	11,1% - 12%
RV	REVERSIBILIDAD	1-12	11,1% - 12%
TD	TENDENCIA	1-2	2% - 11,1%
TP	TIPO	1-2	2% - 11,1%
PR	PERIODICIDAD	1-12	11,1% - 12%
RB	RECUPERABILIDAD	1-12	11,1% - 12%
PO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	1-8	8% - 11,1%
TOTAL			100%

Fuente: Elaboración basada en estudio de Caso

Modificación 5

En la ecuación 18, se eliminan los atributos *SI*, *MO EF*, *AC*, *PR* y *RB*, cambiando de esta forma los porcentajes de ponderación (Tabla 23). Se supone que el uso del atributo Magnitud (M) pretende evaluar la intensidad (IN), Duración (D), conceptualmente busca evaluar la persistencia (PE) y el tipo (TP) pretende evaluar el efecto (EF). Adicionalmente se utiliza el atributo posibilidad de ocurrencia o probabilidad de ocurrencia (PO) y se incorpora el atributo mitigabilidad (MT) como una variable independiente a la recuperabilidad.

$$I = \pm(3M + 2EX + PO + D + T + RV + MT) \quad (18)$$

Tabla 23. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 18

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	RANGO PONDERACIÓN (%)
M	MAGNITUD	1-8	14,3% - 38%
EX	EXTENSIÓN	1-8	14,3% - 25%
PO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	1-4	6% - 14,3%
D	DURACIÓN	1-4	6% - 14,3%
T	TENDENCIA	1-4	6% - 14,3%
RV	REVERSIBILIDAD	1-4	6% - 14,3%
MT	MITIGABILIDAD	1-8	13% - 14,3%
TOTAL			100%

Fuente: Elaboración basada en estudio de Caso

Modificación 6

En la ecuación 19, se eliminan los atributos *SI*, *EF*, *AC* y *PR*, cambiando de esta forma los porcentajes de ponderación (Tabla 24). Se supone que el uso del atributo la Magnitud (*M*) pretende evaluar la intensidad (*IN*).

$$I = \pm(3M + 2EX + MO + PE + RV + RB) \quad (19)$$

Tabla 23. Valor de ponderación criterios cualitativos en la Ecuación 19

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	% PONDERACIÓN
M	MAGNITUD	1-8	16,7% - 24%
EX	EXTENSIÓN	1-4	8% - 16,7%
MO	MOMENTO	1-8	8% - 16,7%
PE	PERSISTENCIA	1-12	12% - 16,7%
RV	REVERSIBILIDAD	1-2	2% - 16,7%
C	COMPENSACIÓN	1-12	12% - 16,7%
TOTAL			100%

Fuente: Elaboración basada en estudio de Caso

4.6.1.4 Uso de indicadores ambientales tomando como referencia los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental

Frente al uso de indicadores ambientales en el proceso de EIA, se encontró que el 91% de los EsIA revisados, no utilizan indicadores ambientales que incorporen parámetros cuyos límites máximos permisibles estén definidos por la legislación colombiana, el restante 9% de los estudios, incorporan indicadores relacionados con parámetros definidos por las normas de calidad del agua, calidad del aire y vertimiento de residuos líquidos.

4.6.1.5 Correlación entre impactos significativos y las medidas de manejo ambiental definidas en el PMA

En el 79% de los casos, se encontró que no existe una correlación directa entre los impactos significativos definidos en la etapa de valoración de los mismos y las medidas de manejo ambiental. La formulación de los programas de manejo ambiental corresponde a una etapa aislada del proceso de EIA y en los criterios utilizados para la calificación de los impactos no se le asigna suficiente importancia a los atributos como la recuperabilidad que permite correlacionar la categoría del impacto con el tipo de medida de manejo que se debe aplicar. El 11% de los EsIA restantes, una vez identifican y valoran los impactos, establecen el tipo de medida de manejo para tratar cada uno de los impactos.

5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EIA EN COLOMBIA

Basados en el análisis de la viabilidad de las metodologías más utilizadas en Colombia, los criterios exigidos por la Autoridad Ambiental en los manuales de evaluación y presentación de Estudios Ambientales y los objetivos definidos en la investigación, se presenta en este capítulo una propuesta metodológica ajustada al contexto jurídico, ecosistémico, socioeconómico y cultural colombiano.

Metodológicamente la propuesta se encuentra estructurada en las siguientes etapas:

1. Definición de los criterios cualitativos o atributos que deben ser utilizados para la valoración de los impactos.
2. Definición de la propuesta para el cálculo de la importancia ambiental de los impactos en un escenario con proyecto y sin medidas de manejo ambiental.
3. Definición de la propuesta para el cálculo de la importancia ambiental de los impactos en un escenario con proyecto incluyendo medidas de manejo ambiental.

5.1 DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS CUALITATIVOS O ATRIBUTOS QUE DEBEN SER UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS EN COLOMBIA.

Por su facilidad en la aplicación, el uso de atributos se ha constituido en la principal herramienta de EIA utilizada en los métodos de valoración cualitativa de los impactos, sin embargo, se ha señalado que en la mayoría de los casos los métodos presentan problemas relacionados con un alto nivel de subjetividad en

los juicios emitidos durante el proceso de evaluación. Esto como consecuencia de factores como: la carencia de bases de datos, el tiempo utilizado para adquirir y analizar los datos y la capacidad de los evaluadores para cubrir un amplio rango de cuestiones (Pastakia and Jensen, 1998; Modak and Biswas, 1999).

Respecto a la etapa de evaluación de los impactos en los métodos, Barker and Wood (1999), afirman que los detalles usados para la predicción y valoración, en la mayoría de las situaciones no es fundamentada, evidenciándose una limitada explicación para los casos en los cuales se realiza la estimación cualitativa de los impactos, a través de juicios de valor.

Leopold (1971), fue uno de los primeros en utilizar criterios cualitativos para valorar el impacto en función de dos variables: la magnitud y la importancia. En adelante, diversas metodologías de carácter cualitativo han utilizado atributos para calificar los impactos y han definido diferentes pesos o ponderaciones a cada uno de ellos, de tal forma que la importancia ambiental del impacto evaluado puede ser calculada en función de las variables utilizadas para cada caso en un modelo general que corresponde a la ecuación 20.

$$y = ax_1 + bx_2 + cx_n \quad (20)$$

Donde;

y es la variable dependiente y representa la Importancia

a, b, c representan los valores de ponderación de los atributos

x₁, x₂..x_n, representa cada uno de los atributos

n, representa el número de atributos utilizados en la ecuación

5.1.1 Análisis conceptual de atributos utilizados comúnmente en la EIA

Los atributos o variables cualitativas en diferentes metodologías de EIA, se han utilizado de manera significativa, sin tener en cuenta la pertinencia conceptual de

cada variable y el valor ponderador que se le asigna a cada una de ellas en el momento de realizar la valoración. Por este motivo, es importante que antes de realizar una aproximación sobre los atributos o criterios cualitativos a utilizarse en la propuesta de EIA para Colombia, se lleve a cabo un análisis conceptual detallado.

5.1.1.1 Carácter

De acuerdo al concepto de impacto, entendido como el cambio generado por una acción en la calidad ambiental del factor en el cual incide (Garmendia, 2005; Wathern, 1998), el impacto puede ser favorable o desfavorable. En el caso de ser desfavorable o cause una disminución de la calidad ambiental del factor, el impacto tendrá un carácter negativo; mientras que si el impacto es favorable o causa un aumento o mejoramiento de la calidad ambiental del factor, el impacto tendrá un carácter positivo.

En la práctica de la EIA, es necesario distinguir entre impactos negativos y positivos, porque facilita los balances costo beneficio, y establecer la viabilidad ambiental del proyecto.

5.1.1.2 Magnitud

Para el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la magnitud corresponde a un término que relaciona la grandeza, excelencia o *importancia* de algo y hace referencia de una propiedad física que puede ser medida (DRAE, 2010). Esto implica que la utilización de esta variable en la EIA debe ser medible y para tal fin, genera la necesidad de cuantificar el impacto en función de indicadores previamente definidos.

Modak and Biswas (1999), definen la magnitud como la severidad o intensidad potencial de un impacto, argumentando que la magnitud depende de las medidas

de manejo adoptadas y la capacidad de recuperación del medio o factor ambiental afectado.

El concepto de **magnitud** fue usado por Leopold et al (1971) para indicar el grado, **extensión** o escala del impacto, haciendo relación al grado de afectación del factor ambiental. La metodología de las Empresas Públicas de Medellín, utiliza el concepto para calificar la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo (Arboleda, 1998), mientras que otras metodologías lo utilizan como una medida para cuantificar el impacto en función de otras variables.

En un ejemplo hipotético de un impacto generado por el vertimiento de aguas residuales domésticas con un caudal continuo de 100l/s y una DBO₅ de 200mg/l sobre una fuente superficial de caudal 3m³/s, la alteración de la calidad ambiental del agua o magnitud del impacto no sólo se verá afectada por el caudal y la concentración del afluente recibido, sino que estará relacionada con el caudal y la concentración de la fuente receptora o capacidad de autodepuración de la fuente hídrica, que a su vez se relaciona con la vulnerabilidad ambiental del factor. Estas consideraciones explican la utilización del criterio importancia ambiental como una medida de la significancia de la actividad sobre el factor ambiental en la metodología propuesta por Leopold et al (1971), sin que fuera suficientemente claro.

Para Westman (1985) existen diferencias entre los conceptos Magnitud del Impacto e Importancia del Impacto, en este sentido, la magnitud corresponde a un factor para determinar la importancia del impacto. Sadler (1996) señala que la magnitud es un concepto usado para analizar especialmente problemas físicos y biológicos, a través de procedimientos cuantitativos. Una vez que la magnitud del cambio se combina con otras consideraciones que están basadas en juicios de valor, las determinaciones de la importancia serán más subjetivas.

De acuerdo al análisis del concepto, se concluye que la magnitud presenta alguna interdependencia conceptual con otros criterios utilizados en la EIA, como la **importancia, la extensión y la intensidad**; por ese motivo el alcance en el uso de este criterio debe estar claramente definido cuando se utiliza en un proceso de calificación.

5.1.1.3 Importancia

Para Modak and Biswas (1999), la importancia está relacionada con el valor o aprecio que se puede asignar a un componente ambiental en un determinado estado, mientras que para Pastakia and Jensen (1998), la importancia está relacionada con el contexto en el cual se presenta el impacto, señalando si es internacional, nacional, regional o local.

Canter and Canty (1992), señalan que el uso de la importancia como criterio en la EIA, resulta fundamental en los siguientes casos:

- i. Para determinar si la EIA es necesaria
- ii. Para la identificación de los impactos que deben ser mitigados
- iii. Para seleccionar las variables ambientales de seguimiento durante una línea de base y / o seguimiento posterior a la EIA y la auditoría ambiental
- iv. Para documentar los fundamentos interpretativos utilizados durante la realización del estudio de impacto ambiental

En la práctica de la EIA, el concepto de importancia se utiliza para realizar juicios sobre lo que es importante, deseable o aceptable (Sippe, 1999; Sellos, 1997). Lawrence (2007), basado en los trabajos presentados por: Barrow (2000), Beanlans y Duinker (1983), Kjellerup (1999), Lockie (2001), Canter (1996), FEARO (1985) y Kjellerup (1999), considera que la importancia también se utiliza para interpretar grados de significancia a través juicios de valor en los que se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Centrarse en la pertinencia del alcance definido por la EIA. Por ejemplo, determinar qué tipos de impactos pueden ser aceptables o qué tipos de impactos requieren mitigación.
- Tener en cuenta la interacción entre las características del impacto: magnitud, duración, frecuencia, distribución espacial, reversibilidad, si es positivo o negativo, la probabilidad, si es directo o indirecto o acumulativo y las características del medio receptor: la importancia del medio ambiente, la sensibilidad, la capacidad de recuperación, la escasez y la estabilidad.
- La variación según el contexto en el que se realiza la EIA. Por ejemplo, el contexto espacial: mundial, nacional, regional y local; el contexto temporal: a corto plazo y a largo plazo; el contexto ambiental: condiciones físicas, ecológicas, sociales, culturales, económicos y políticas.
- La variación dependiendo de la perspectiva social. Por ejemplo, el reconocimiento legal o institucional, el reconocimiento público, político o profesional sobre los que se considera que puede ser importante.
- El nivel normativo. Por ejemplo, diferentes requisitos de las propuestas, los objetivos que se buscan con la determinación de la importancia, los principios, los umbrales, criterios y procedimientos en la legislación, reglamentos y directrices, de aceptación o rechazo del proyecto, la revisión judicial y la interpretación.

El concepto de importancia fue utilizado por Leopold et al (1971) como un criterio independiente para calificar la ponderación del grado de significancia de la acción sobre el factor ambiental, concepto muy subjetivo que puede generar confusiones en el momento de la valoración por el equipo consultor.

Conesa (1997), define este criterio como la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental. Su calificación se realiza en función de diversas variables, que han sido modificadas por diferentes autores para la aplicación específica en otros modelos metodológicos, bajo el esquema básico de la ecuación 6.

El cálculo de la importancia en la metodología cualitativa propuesta por Conesa corresponde a la ecuación 21. La distribución de la ponderación porcentual asignada cada una de las variables se presenta en la tabla 25.

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) \quad (21)$$

Tabla 24. Ponderación de los criterios cualitativos en la metodología cualitativa

VARIABLES		RANGO DE CALIFICACIÓN	% PONDERACIÓN
IN	INTENSIDAD	1-12	23,1% - 36,0%
E	EXTENSIÓN	1-12	15,4% - 24,0%
MO	MOMENTO	1-8	7,7% - 10%
PE	PERSISTENCIA	1-4	7,7% - 10%
RV	REVERSIBILIDAD	1-4	7,7% - 10%
RB	RECUPERABILIDAD	1-8	7,7% - 10%
SI	SINERGIA	1-4	7,7% - 10%
AC	ACUMULACIÓN	1-4	7,7% - 10%
EF	EFEECTO	1-4	7,7% - 10%
PR	PERIODICIDAD	1-4	7,7% - 10%
TOTAL			100,0%

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la importancia en la metodología cualitativa propuesta por Empresas Públicas de Medellín (Arboleda, 1998) corresponde a la ecuación 22 y la distribución de la ponderación porcentual asignada cada una de las variables se presenta en la tabla 25.

$$Ca = C (P [aEM + bD]) \quad (22)$$

Donde;

a y b representan las constantes de ponderación. a=7; b=3.

Tabla 25. Ponderación de los criterios cualitativos en la metodología de EPM

VARIABLES	RANGO DE CALIFICACIÓN	% PONDERACIÓN
DURACION (D)	0-1	30%
EVOLUCION (E) * MAGNITUD (M)	0-1	70%
TOTAL		100%

FUENTE: Elaboración propia.

A diferencia de Conesa, la metodología de Empresas Públicas de Medellín incluye sólo 5 variables, en función de las cuales evalúa la calidad ambiental, variables que están correlacionadas con la importancia ambiental. La presencia (P) o probabilidad de ocurrencia corresponde a un criterio que no fue utilizado por Conesa y la pertinencia de su calificación como un factor de ponderación que afecta todas las variables de la ecuación debe ser revisada desde el punto de vista conceptual, debido a que en la práctica de la EIA, podría inducir a subestimar la importancia de los impactos.

Finalmente, se debe reconocer que la determinación de la importancia del impacto es ampliamente utilizada en la EIA. Sin embargo, Lawrence (2007), advierte que los conceptos relacionados con la determinación de la importancia, son poco conocidos y la calidad de los enfoques para la determinación de la importancia en la práctica de la EIA sigue siendo muy variable, evidenciándose los siguientes problemas:

- Confusión en torno al concepto de importancia. Por ejemplo, se suele equiparar a la magnitud y la importancia.
- Insuficiente consideración de la importancia de los efectos sociales y económicos y una incapacidad para apreciar las diferencias de importancia entre los impactos socioeconómicos y biofísicos.
- Insuficiente consideración de la importancia de los efectos positivos indirectos, socioeconómicos y acumulativos
- Falta general de identificar umbrales de importancia en las normas.
- Tendencia de los evaluadores a confiar en sus propios juicios sobre la importancia del impacto en lugar de integrar los valores de las personas.
- Sesgo implícito y explícito hacia los aspectos técnicos y cuantitativos.
- Falta de capacidad para abordar sistemáticamente las incertidumbres asociadas a las determinaciones de la importancia.
- Distanciamiento entre los métodos y procedimientos disponibles y el estado actual de gran parte de la práctica de EIA en la determinación de la importancia.

5.1.1.4 Intensidad

Para el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la intensidad corresponde al grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc (DRAE, 2010). De esta manera, el uso de la variable en la EIA, intenta describir que tan intenso o que tan fuerte es el impacto que se manifiesta sobre el factor ambiental y en este sentido, la intensidad corresponde también a una medida indirecta del cambio en la calidad ambiental, puesto que para determinar qué tan fuerte es el impacto sobre el factor, es necesario determinar el cambio ambiental generado.

Para Thompson (1990), la Intensidad está relacionada con la gravedad del impacto. Por su parte, Rossouw (2003), considera que la calificación de la intensidad se debe realizar en términos de su potencial para causar efectos negativos o positivos y puede ser calificada como alta, media o baja.

La intensidad corresponde a uno de los principales criterios utilizados en la metodología cualitativa propuesta por Conesa (1997) y Garmendia (2005). Para Conesa (1997), la intensidad se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. Para Garmendia (2005), la intensidad está relacionada directamente con el grado de destrucción del factor ambiental.

Usualmente, en las diversas metodologías de EIA en las que se han propuesto adaptaciones o ajustes a la metodología cualitativa, el atributo intensidad ha sido reemplazado por la magnitud, asumiendo que conceptualmente éste último evalúa lo mismo, aunque la magnitud está más relacionada con la utilización de indicadores y su uso es más propio de métodos cuantitativos.

En el cálculo de la importancia ambiental de la metodología cualitativa propuesta por Conesa (1997), la intensidad corresponde a la variable que recibe el mayor valor de ponderación con un peso porcentual máximo del 36% que hace de este criterio uno de los más importantes en el momento de la calificación, debido a que

corresponde a una estimación directa del daño ocasionado sobre el factor ambiental y en esencia esto es lo que más interesa a la EIA. Sin embargo, la calificación de la intensidad en la metodología cualitativa tiene de un alto grado de subjetividad.

Debido a lo anterior puede existir un alto grado de incertidumbre en la percepción de un evaluador al determinar mediante rangos si la intensidad de un impacto es baja, media, alta, muy alta o total. En un escenario objetivo, sería fundamental que la estimación del grado de afectación o cambio del factor ambiental se pueda realizar a través del uso de indicadores que permitan medir o cuantificar dicho cambio.

5.1.1.5 Extensión

En el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la extensión se define como la acción y efecto de extenderse o la medida del espacio ocupado por un cuerpo (DRAE, 2010). En la EIA, este atributo busca determinar el área o la zona geográfica donde se evidencia el impacto ambiental.

Rossouw (2003), considera que la calificación de la extensión se debe realizar en términos de la medida o la escala espacial de los efectos, proporcionando información sobre la afectación a zonas o grupo de personas. Por ejemplo, los impactos pueden generarse en un sitio específico o en los niveles: local, regional, nacional o internacional.

En la metodología cualitativa propuesta por Conesa (1997), la extensión corresponde al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto o porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto. Siendo importante definir cartográficamente el área de influencia del

proyecto y un sistema de clasificación de rangos que se correlacione con dichas áreas.

En el cálculo de la importancia ambiental en la metodología cualitativa, la extensión representa una ponderación máximo equivalente al 24%. De esta manera, intensidad y extensión conjuntamente representan los atributos de mayor relevancia en la valoración de la importancia del impacto. Si la intensidad y la extensión reciben la máxima calificación y los demás atributos reciben la calificación más baja en la escala (1); la calificación de la importancia ambiental obtendría un valor absoluto de 68, ubicando al impacto en una calificación de severo y dejándolo muy cerca a recibir la calificación de crítico.

La extensión y la intensidad son variables que presentan interdependencia o que en algún momento se superponen cuando se realiza la calificación. Si la intensidad refleja el grado de destrucción del factor, entonces deberá definirse implícitamente el área de influencia del impacto o área en la cual se produce el efecto. En un ejemplo hipotético de un proyecto cuya acción corresponde a descapote y limpieza y se genera como impacto la pérdida o disminución de la cobertura vegetal, para determinar el grado de afectación que sufre el factor ambiental flora es necesario definir un límite que para este caso puede estar definido por la extensión o el área en la se presenta el impacto.

En este caso habría que determinar el número de árboles que existen en el área donde se produce el efecto y cuántos se eliminaron debido a la acción ejecutada o determinar el área de cobertura vegetal removida en el área de influencia del proyecto. De esta manera, si se elimina toda la cobertura vegetal, el grado de afectación es total en el área donde se produce el efecto y la extensión también será total.

La intensidad es definida como el porcentaje de destrucción del factor sobre el área en la que se produce el efecto y por su parte, la extensión es definida como el porcentaje de área de influencia del impacto sobre el área en la se produce el efecto. En este caso, podría existir diferencias entre el área donde se produce el efecto y el área de influencia directa del proyecto, debido a que en un proyecto donde el área de influencia está definida por un perímetro que encierra 10 ha, el área en la cual se produce el efecto de deforestación podría ser sólo de 1 ha.

La extensión finalmente, puede influir en la percepción del equipo al evaluar la intensidad. En un ejemplo, donde existen 2 proyectos P1 y P2 con áreas de influencia de 100ha y 2ha, respectivamente; si la actividad de descapote y limpieza remueve 1 ha de árboles en ambos proyectos, entonces la calificación de la extensión y de la intensidad tenderá a ser más crítica para P2. Debido a esto es necesario generar un sistema de calificación en el que la intensidad pueda ser valorada de manera independiente a la extensión.

5.1.1.6 Momento

Para Conesa (1997), el momento es definido como el tiempo que transcurre entre el inicio de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_1), asignándole rangos de calificación en los cuales a mayor sea el tiempo de aparición del efecto, la calificación del impacto será menor. Este tipo de calificación no sería del todo recomendable, puesto que entre más rápido se evidencia el impacto en el desarrollo de un proyecto más rápido se debe iniciar con la implementación de las medidas de manejo correspondientes, mientras que aquellos impactos que tardan largos periodos de tiempo en aparecer, incluso por encima del tiempo de ejecución del proyecto, pueden ser subestimados y convertirse en impactos residuales sin que tengan posibilidades de ser atendidos a través del Plan de Manejo Ambiental.

Este criterio se encuentra relacionado con atributos como el **efecto** o el **tipo** de impacto que se genera con una acción. Los impactos fugaces y/o inmediatos tienden a presentarse de manera directa, mientras que los impactos indirectos tienden a manifestarse en períodos de tiempo más prolongados, dependiendo del grado de afectación del factor.

5.1.1.7 Persistencia

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define la persistencia como la acción y efecto de persistir o durar por largo tiempo (DRAE; 2010). Para Conesa (1997), la persistencia se relaciona con el tiempo que el factor afectado tarda en retornar a sus condiciones iniciales bien sea por la acción de medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. De esta manera, el tiempo de permanencia o duración de un impacto está relacionado con la reversibilidad y la recuperabilidad. Si el impacto es reversible la persistencia tiende a ser temporal y en este sentido, al medir la reversibilidad se está midiendo el tiempo de permanencia.

Rossouw (2003), sugiere que la calificación de la duración del impacto se debe realizar teniendo en cuenta si es a corto plazo (0-5 años), mediano plazo (5 a 15 años), o largo plazo o permanente (más de 15 años, con presencia del impacto después de terminar la vida operativa del proyecto, obra o actividad).

La persistencia o duración de un impacto está relacionada con la periodicidad de la acción generadora del impacto y/o con el nivel de resiliencia del factor afectado. En un ejemplo, donde la acción es el vertimiento de aguas residuales domésticas a una fuente hídrica y el impacto corresponde a la contaminación del agua; si la acción es continua, el impacto tiende a ser permanente. Sin embargo, se pueden presentar situaciones en las cuales la persistencia no depende de la regularidad de la acción, sino del nivel de resiliencia y las características del impacto, una

acción discontinua como la aplicación de mercurio en la producción de oro (Au), puede generar un impacto permanente, dado que el factor no puede recuperarse.

En relación a lo anterior, Conesa (1997) y Garmendia (2005), consideran que un impacto es permanente cuando es mayor a 10 años, si el efecto se presenta durante un tiempo menor a un año se considera fugaz y si el efecto tarda entre 1 y 10 años se considera temporal.

Debido a que la reversibilidad de manera indirecta está relacionada con el tiempo de permanencia del impacto, el uso de este último atributo no resulta conveniente en la práctica de la EIA.

5.1.1.8 Reversibilidad

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, lo reversible es lo que puede volver a un estado o condición anterior (DRAE, 2010). Para Modak and Biswas (1999), la reversibilidad está relacionada con el tipo de cambio ocurrido sobre el factor ambiental, siendo necesario categorizar entre impactos reversibles e irreversibles. Son ejemplos de impactos irreversibles: la extinción de especies, la erosión del suelo y la destrucción del hábitat.

Conesa (1997), define la reversibilidad como la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales del factor por medio naturales, una vez la acción deja de presentarse y para esto define un límite de tiempo, considerando que si el impacto después de cesar la acción permanece más de 10 años, el impacto es irreversible y si por el contrario es menor a 10 años el impacto reversible.

En la práctica de la EIA, para algunos impactos, puede resultar muy complejo que un equipo evaluador determine si por condiciones naturales un impacto puede ser reversible en un tiempo de 10 años, debido a que el período de tiempo definido es muy extenso y esto finalmente, no podría ser probado porque en la realidad

cuando se presenta un impacto de manera inmediata se implementan las medidas de manejo o contingencia correspondientes. De esta manera, si el atributo se usa en la EIA, es necesario definir un sistema de calificación que pueda ser más apropiado en función del tiempo que puede tardar el factor en retornar a sus condiciones iniciales.

5.1.1.9 Recuperabilidad

La recuperabilidad es definida por Conesa (1997) como la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado o la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por la introducción de medidas correctoras.

La recuperabilidad constituye un criterio fundamental para determinar si el factor afectado tiene posibilidades de recuperarse en términos de calidad ambiental. En este sentido, el uso de este atributo puede resultar muy apropiado para la EIA porque involucra de manera directa las medidas de manejo ambiental que deben ser utilizadas para evitar o corregir impactos severos o críticos generados en la ejecución del proyecto.

En el cálculo de la importancia ambiental de la metodología cualitativa, la recuperabilidad presenta una ponderación máxima equivalente del 8%. Este nivel de ponderación no es consecuente con la importancia que realmente tiene el criterio, debido a que un impacto que sea irrecuperable significa una pérdida total y permanente de la calidad ambiental del factor y el peso o ponderación de la importancia en la valoración no es significativo, máxime cuando se pueden presentar situaciones en las cuales la intensidad es alta, el impacto es irreversible e irrecuperable, pero la calificación de la importancia puede ser moderada.

Calificar la recuperabilidad del impacto en el escenario con proyecto-sin medidas de manejo ambiental y luego realizarlo para el escenario del proyecto-con medidas

de manejo, puede resultar redundante y poco práctico para la EIA, debido a que la calificación del criterio tendería a introducir sesgos en la valoración de la importancia del impacto de acuerdo al valor de ponderación que reciba y al tipo de calificación cualitativa asignada. Por ejemplo, para un impacto irreversible y de intensidad muy alta, el nivel de importancia tenderá a ser severo o crítico, sin incluir el atributo recuperabilidad, pero al incluirlo puede suceder que la importancia del impacto se incremente por ser irrecuperable o que se disminuya porque su recuperabilidad puede ser rápida y total. En este caso se estaría midiendo la importancia neta del impacto y no habría lugar a una segunda calificación como lo plantean los modelos de Conesa (1997) y Garmendia (2005).

Por otra parte, calificar la importancia incluyendo el atributo recuperabilidad con los demás atributos conduce a una calificación de la importancia del impacto en la cual ya están implícitas las medidas de manejo ambiental y se disminuye la posibilidad de analizar qué tan eficientes resultan en la disminución de la importancia.

Por lo expuesto anteriormente, es importante que la EIA se realice para ambos escenarios: proyecto-sin medidas de manejo ambiental y proyecto-con medidas de manejo ambiental. De esta forma, se puede correlacionar la fase de valoración de los impactos ambientales con la fase de elaboración del Plan de Manejo Ambiental, debido a que calificar la recuperabilidad exige del equipo evaluador un análisis detallado de las medidas que se deben aplicar para garantizar un manejo ambiental efectivo del proyecto durante la fase de ejecución.

5.1.1.10 Sinergia

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define la sinergia como la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales (DRAE, 2010). Garmendia (2005), define el sinergismo como

la acción que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas de manera aislada.

Para Modak and Biswas (1999), el sinergismo está relacionado con la prevalencia del impacto o probabilidad de extensión del daño causado por la acción conjunta del impacto con otros impactos. Para Conesa (1997), el sinergismo está relacionado con el reforzamiento de dos o más efectos simples que al presentarse de manera simultánea generan una manifestación de efecto mayor que la se presentaría si no se presentaran de forma simultánea. Para Corning (1998), los efectos producidos en conjunto son diferentes de lo que las partes pueden producir por sí solos.

El sinergismo está relacionado con criterios tales como la acumulación, la periodicidad y la persistencia, dado que el potencial sinérgico de un impacto puede aumentar cuando la acción es continua y el efecto es permanente y presenta una tendencia acumulativa. Sin embargo, se advierte que en la práctica de la EIA, puede resultar complejo el proceso de determinación del potencial sinérgico de un impacto, puesto que esta tarea implica un proceso de análisis de la integralidad de las acciones generadores de impactos que permita establecer las múltiples relaciones que se pueden generar entre un impacto y todos los demás que se presenten para el mismo proyecto (Corning, 1998). De esta manera, es necesario tener en cuenta que el proceso de calificación de este criterio no se puede realizar de manera aislada, sino que debe involucrar un análisis previo de las demás variables con las cuales se encuentra correlacionado y de las relaciones causales de los impactos.

5.1.1.11 Acumulación

De acuerdo a Conesa (1997), la acumulación está relacionada con el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de manera reiterada la

acción que lo genera. Para Garmendia (2005), un efecto acumulativo es aquél que al prolongarse en el tiempo la acción, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer de mecanismos de eliminación efectiva del agente causante del daño. Por su parte, para SEITZ (2010) los efectos ambientales acumulativos se definen como el resultado de las acciones que individualmente son menores pero con el paso del tiempo generan efectos más significativos.

El carácter acumulativo de un impacto se encuentra relacionado con la periodicidad, con el nivel de resiliencia del factor ambiental afectado y las características del agente impactante. Entre menor sea la resiliencia del factor bajo una acción continua, el impacto tenderá a presentar acumulación en el tiempo.

Este criterio, está relacionado de manera directa con el cambio en el nivel de calidad ambiental, debido a que un mayor nivel de acumulación del impacto genera un mayor deterioro de la calidad ambiental. En este sentido, la pertinencia del uso de este criterio en la EIA está supeditada al nivel de alcance que ofrezca la calificación del atributo intensidad.

5.1.1.12 Efecto

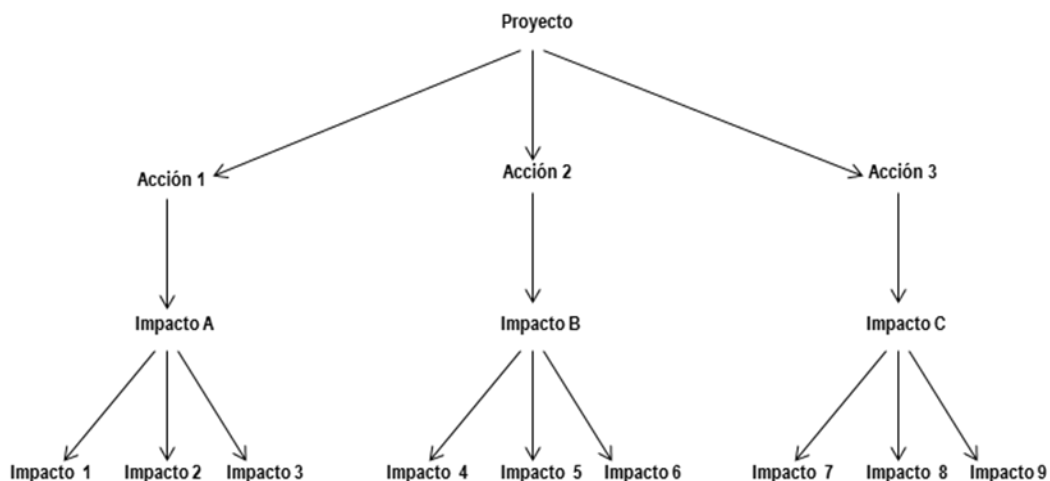
De acuerdo Conesa (1997), este atributo corresponde a la forma como se manifiesta el efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Comúnmente, este criterio también es conocido como relación **causa-efecto** o **tipo** y permite distinguir si el impacto es directo o indirecto, dependiendo si su origen está dado por una acción primaria o se desencadena por causa de un impacto primario.

La calificación de este criterio no presenta correlación directa con la medida del cambio en el nivel de calidad ambiental del factor específico sobre el cual incide el

impacto. Este criterio es independiente y representa la importancia desde un enfoque diferente en el que los impactos directos pueden resultar más importantes que los indirectos, en el sentido que éstos pueden generar un mayor número de impactos que desencadenan consecuencias sobre otros factores ambientales. A mayor potencial de generación de impactos de segundo, tercer y cuarto orden, mayor será la importancia del impacto directo.

En la figura 10, se presenta un esquema sencillo para un proyecto de tres acciones que causan tres impactos directos A, B y C, los cuales a su vez causan los impactos indirectos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. En términos, de afectación del factor cuando se realiza la evaluación específica del impacto en función de la calidad ambiental no se puede asegurar que el impacto A sea más importante que el impacto 1, puesto que éste puede generar un mayor impacto sobre el factor que afecta.

Figura 10. Esquema básico de impactos directos e indirectos



Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, si el impacto A corresponde a contaminación del agua por vertimiento de aguas residuales domésticas y el impacto 1, corresponde a la muerte de especies hidrobiológicas, la valoración específica de la importancia en términos calidad ambiental puede resultar mayor para el impacto 1 que para el impacto A. Por su parte, si se cambia el enfoque y se desea determinar la importancia ambiental en función de la relación de causalidad, entonces el impacto A, representa mayor importancia que el impacto 1, debido a que éste se constituye en la causa directa de los impactos 1, 2 y 3 y en un proceso de toma de decisiones este adquiere mayor importancia, puesto que al ser prevenido el impacto A se previenen los tres impactos (1,2,3).

La importancia que se determina en función de causalidad es independiente a la importancia que se determina en función de la pérdida de calidad ambiental y bajo un enfoque práctico para la EIA ambas deben ser tenidas en cuenta, sin embargo, el uso del efecto como atributo debe tener un carácter de independencia en el cálculo de la importancia.

La categorización cualitativa del impacto en función del efecto podría resultar muy útil para la EIA, en el momento de la toma de decisiones sobre el manejo que se debe dar a cada uno de los impactos, de tal forma, que esta información en un orden de prioridades permitiría aplicar medidas de prevención, mitigación y/o corrección a los impactos o efectos directos, evitando así la generación de impactos indirectos.

5.1.1.13 Periodicidad

De acuerdo a Conesa (1997), este criterio está relacionado con la regularidad de la manifestación del efecto. Su calificación permite establecer si el impacto es discontinuo, periódico o continuo.

La periodicidad está relacionada con la **persistencia** del impacto, debido a que un impacto continuo puede ocasionar la permanencia del mismo. Así mismo, este criterio estaría relacionado con el nivel de cambio ambiental que se presenta en el factor afectado, porque si un impacto se hace continuo y de acuerdo a su duración se hace permanente, ocurre un incremento de la pérdida de calidad ambiental.

5.1.1.14 Probabilidad de Ocurrencia

El concepto de probabilidad de ocurrencia está relacionado con la certeza o seguridad en que el impacto pueda generarse y se expresa como un porcentaje que mide de manera directa si la presencia del impacto es segura, posible o probable (Rossouw, 2003).

Para Morris and Terivel (2009), el concepto de probabilidad está definido como la ocurrencia de un evento particular en un período de tiempo dado y está asociado con conceptos tales como el riesgo que corresponde a una combinación de la probabilidad o la frecuencia de la ocurrencia de un daño y la magnitud de los efectos adversos.

Muchas propuestas metodológicas han incorporado el uso de este atributo como un variable más en la calificación de la importancia ambiental. Empresas Públicas de Medellín y Toro (2009), incorporan este criterio como un factor de ponderación del cual depende la calificación de todos los demás atributos cualitativos y por tanto, el resultado final de la calificación de la importancia ambiental. Algunas propuestas metodológicas que han sido adaptadas de la metodología propuesta por Conesa (1997), incluyen la probabilidad de ocurrencia como una variable independiente más que suma dentro de la ecuación para el cálculo de la importancia ambiental.

En cualquiera de las dos situaciones, es recomendable que antes de incorporar este criterio, se evalúe conceptualmente la pertinencia de su uso en la EIA.

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible y del principio de precaución, el uso de este criterio como factor que aumenta o disminuya la importancia del impacto, medida en función de otros atributos, no sería recomendable, por cuanto podría generar juicios donde la importancia puede ser subestimada y de esta forma, no incluir las medidas de manejo que se deben aplicar, una vez que el impacto se presente.

Por otra parte, el principio 15 de la Cumbre de la tierra celebrada en Río de Janeiro, 1992, advierte que “cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente” (ONU, 1992). En este sentido, para la práctica de la EIA, puede ser más pertinente asumir que la Probabilidad de ocurrencia del impacto se estima de manera implícita total, en el momento en que se tiene en cuenta cualquier impacto para su calificación.

En un ejemplo donde la probabilidad de ocurrencia es del 50%, lo primero que se observa, es que existe un alto nivel de subjetividad en la calificación, puesto que en términos probabilísticos, este valor porcentual no debería ser asumido, sino que debería ser calculado y en segundo lugar, una calificación como ésta no anula la posibilidad de que el impacto se pueda presentar en el tiempo y por tanto, es fundamental que existan medidas de manejo para el impacto, porque no se puede asumir el riesgo de que el impacto ocurra, especialmente si éste presenta un alto grado de intensidad. Por ejemplo, la muerte de peces en el mar por el vertimiento de petróleo, es un impacto con probabilidad muy baja, pero si se presenta su intensidad es muy alta.

La subjetividad en el momento de evaluar la probabilidad de ocurrencia de un impacto fue estudiada por Wright (2004), encontrando que el estado de ánimo de una persona puede afectar directamente una sentencia de la incertidumbre de un acontecimiento futuro.

Finalmente, se considera que la probabilidad de ocurrencia o posibilidad de ocurrencia no es un criterio que amerite calificación como factor que altere la valoración de los demás criterios en función de los cuales se evalúa el cambio en el nivel de calidad ambiental, sino que resulta más útil para la EIA en etapas previas como la identificación del impacto, la valoración de la significancia y durante la calificación de la periodicidad de los impactos o en etapas posteriores como el análisis de riesgos que exige una evaluación de situaciones inesperadas para las cuales se diseña el Plan de Contingencia.

5.1.2 Criterios sugeridos por la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales

Los criterios sugeridos por la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, en su mayoría, corresponden con los definidos en la metodología cualitativa propuesta por Conesa (1997); sin embargo, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial no presenta ningún tipo de definición, ni escala de calificación, ni el nivel de ponderación de las variables.

En la tabla 26, se presenta un esquema comparativo entre los atributos recomendados en Colombia y los utilizados en la metodología cualitativa propuesta por Conesa. En Colombia y España se incluyen de manera condicional un total de 11 atributos o variables cualitativas, de las cuales las nueve primeras, son similares conceptualmente o buscan calificar lo mismo que las usadas en España. Adicionalmente en Colombia, se sugiere el uso de atributos como la

resiliencia y la posibilidad de ocurrencia; mientras que la metodología cualitativa propuesta por Conesa (1997) utiliza los atributos sinergia y momento.

Tabla 26. Comparación atributos sugeridos en Colombia y usados en España

Atributos sugeridos en Colombia	Atributos usados en España
Carácter	Naturaleza
Cobertura	Extensión
Duración	Persistencia
Reversibilidad	Reversibilidad
Recuperabilidad	Recuperabilidad
Periodicidad	Periodicidad
Tendencia	Acumulación
Tipo	Efecto
Magnitud	Intensidad
Resiliencia	Sinergia
Posibilidad de Ocurrencia	Momento

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la **resiliencia** se relaciona con la capacidad que posee el factor ambiental para sobreponerse o absorber los cambios que pueden generar los impactos (Ángel, 1998). En este sentido, es un atributo que se encuentra relacionado con la vulnerabilidad ambiental del factor, siendo más vulnerable el factor cuando éste tiene un nivel de resiliencia mayor, pero que no sería aplicable como atributo del impacto.

5.1.3 Selección de atributos o variables cualitativas

Los juicios de valor del nivel de importancia de impactos pueden presentar diferencia entre el equipo de consultores o especialistas encargados de la

evaluación (The Royal Town Planning Institute,2001). Para medir o valorar la importancia que representa un impacto sobre el factor ambiental, resulta fundamental la elección adecuada de las variables que deben ser utilizadas en la evaluación para que el resultado final en la práctica de la EIA permita tomar decisiones que garanticen un correcto manejo ambiental de los impactos durante la etapa de ejecución del proyecto, obra o actividad.

El enfoque fundamental que se tuvo en cuenta para seleccionar los atributos que deben ser utilizados para valorar la importancia ambiental corresponde a la construcción de una herramienta metodológica para la toma de decisiones a través del uso de juicios que permitan valorar y determinar la importancia y la aceptabilidad de los impactos en función del cambio generado en la calidad ambiental del factor sobre el cual inciden las acciones. Se pretende entonces, definir criterios que permitan a los profesionales encargados de la EIA calificar o ponderar los impactos significativos, incorporando un análisis conceptual de los mismos en términos de la pertinencia de su uso y las necesidades del contexto ambiental y legal en Colombia.

De acuerdo a lo anterior, en términos del cambio en el nivel de calidad ambiental del factor afectado, se encuentra que las variables definidas en la primera columna de la tabla 27, presentan una mayor relación con la variación de la calidad ambiental; mientras que las variables de la segunda columna no se encuentran relacionadas de forma directa con la calidad ambiental del factor.

En cuanto a los criterios que permiten determinar de forma directa el cambio en el nivel de calidad ambiental del factor, se encuentra que la intensidad está relacionada con criterios como la extensión, la persistencia, la sinergia, la periodicidad y la acumulación. Cuanto mayor sea la extensión, el grado de afectación del factor será mayor y asimismo sucede para los casos en que el impacto sea permanente, sinérgico o de carácter acumulativo.

Si la intensidad es total, la pérdida de calidad ambiental también es total, esto implica que para su calificación se deben definir límites o de lo contrario este atributo terminará generando una situación de multicolinealidad de variables portadoras de información similar y aparentemente independientes (Plazas, 2009).

Tabla 27. Atributos que miden el cambio en el nivel de calidad ambiental del factor

ATRIBUTOS QUE MIDEN DIRECTAMENTE LA PÉRDIDA O MEJORAMIENTO DE CALIDAD AMBIENTAL DEL FACTOR AFECTADO	ATRIBUTOS QUE NO MIDEN DIRECTAMENTE LA PÉRDIDA O MEJORAMIENTO DE CALIDAD AMBIENTAL DEL FACTOR AFECTADO
Intensidad o magnitud	Momento
Extensión o cobertura	Efecto
Persistencia o duración	Probabilidad de ocurrencia
Reversibilidad	
Periodicidad	
Acumulación	
Sinergia	
Recuperabilidad	

Fuente: Elaboración propia

Los atributos reversibilidad y recuperabilidad están relacionados con un nivel de mejoramiento del nivel de calidad ambiental del factor afectado para los casos en los cuales el impacto es reversible y/o recuperable, pero cuando el impacto es irreversible y/o irrecuperable el nivel de calidad ambiental se mantiene y la tendencia de la importancia del impacto podría aumentar.

El momento, es un atributo que no se relaciona con la pérdida o mejoramiento de la calidad ambiental del factor, por cuanto el tiempo que tarde el impacto en aparecer o evidenciarse al ejecutarse la acción (inmediato, mediano o largo plazo) no intensifica ni aumenta la magnitud del daño que se causa. De igual manera, el tipo de impacto (efecto directo o indirecto) no corresponde a una medida directa de la magnitud o intensidad o grado de destrucción del factor.

El momento, es un atributo que no se relaciona de forma directa con la pérdida o mejoramiento de la calidad ambiental del factor, por cuanto el tiempo que tarde el impacto en aparecer o evidenciarse al ejecutarse la acción (inmediato, mediano o largo plazo) no intensifica ni aumenta la magnitud del daño que se causa.

El momento y el efecto resultan muy importantes y se deben tener en cuenta para programar la implementación de las medidas de manejo ambiental correspondientes. Por ejemplo, en la programación de las medidas de manejo ambiental, tendrán mayor importancia los impactos directos que los indirectos, por cuanto si se corrigen o previenen los directos no sucederán los indirectos. Por su parte, un impacto que ocurre de manera inmediata deberá recibir de manera inmediata el manejo ambiental correspondiente y para un impacto de largo plazo es pertinente que queden definidas las medidas de manejo que se deben aplicar, incluso si el proyecto ya se encuentra terminado.

Sobre la probabilidad de ocurrencia que tampoco mide de forma directa la pérdida o mejoramiento de la calidad del factor ambiental, ya se discutió que a la luz del principio de precaución no es recomendable su uso para la valoración como factor que afecta la calificación de todos los demás atributos, pero el concepto puede ser útil para calificar impactos cuya periodicidad es irregular y para realizar un análisis de riesgos de aquellos impactos o situaciones del proyecto cuya probabilidad de ocurrencia resulta muy incierta, pero de presentarse, deben contar con el respectivo plan de contingencia.

Después de realizado el análisis conceptual en el que se discute sobre la pertinencia de utilizar los atributos de uso común en los diferentes métodos de EIA y de revisar los atributos sugeridos por la Metodología General para la presentación de Estudios ambientales, se proponen como variables en función de las cuales se recomienda realizar el cálculo o determinación de la importancia ambiental del impacto teniendo en cuenta la calidad ambiental, las que se presentan en la tabla 28.

Tabla 28. Atributos seleccionados para el cálculo de la importancia ambiental en función de la calidad ambiental

ATRIBUTOS SELECCIONADOS PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA SIN MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	ATRIBUTOS SELECCIONADOS PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA DE LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL
Carácter	Recuperabilidad
Intensidad	
Cobertura	
Reversibilidad	
Periodicidad	
Sinergia	
Acumulación	

Fuente: Elaboración propia

La duración no fue seleccionada por presentar una relación muy estrecha con la variable reversibilidad, situación que puede generar redundancia en el cálculo de la importancia. Frente al momento y la probabilidad de ocurrencia, ya se discutió porque no es pertinente su uso.

5.2 PROPUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS EN UN ESCENARIO CON PROYECTO-SIN MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

Debido a que la evaluación de la importancia del impacto, es considerada como una de las etapas más difíciles por el carácter subjetivo y lleno de juicios de valor en la calificación de los atributos (Duinker and Bealands, 1986; Lawrence, 2007; Bisset 1988, Wather et al, 1986), y teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por Sadler (1996) y Lawrence (2007), es necesario definir cuidadosamente las reglas o lineamientos que deben ser tenidos en cuenta para realizar el proceso de calificación de cada uno de los atributos seleccionados en la tabla 22, buscando mejorar el grado de transparencia y objetividad.

5.2.1 Carácter del impacto

De acuerdo al concepto de impacto, entendido como el cambio generado por una acción en la calidad ambiental del factor en el cual incide (Garmendia, 2005), el impacto puede ser favorable o desfavorable. En el caso en que el impacto sea desfavorable o cause una disminución de la calidad ambiental del factor sobre el cual incide, entonces el impacto tendrá un carácter negativo; mientras que si el impacto es favorable o causa un aumento o mejoramiento de la calidad ambiental del factor sobre el cual incide es impacto tendrá un carácter positivo.

5.2.2 Intensidad del impacto

En la práctica de la EIA se ha encontrado que este atributo al momento de ser calificado por parte del equipo evaluador presenta mucha dependencia y no puede ser desligado de variables como la extensión (cobertura), la persistencia (duración), la sinergia y la periodicidad. Esto ocurre por el alto nivel de subjetividad en los rangos definidos para su calificación y la falta de claridad en la comprensión del

concepto que conduce al equipo evaluador a tener una percepción vaga de lo que está calificando.

Para realizar una evaluación independiente de la intensidad, entendida como la medida de la fuerza con la cual se presenta el impacto sobre el factor, se propone asociarla con el Potencial de Impacto de la Actividad (IAP) y con la Vulnerabilidad Ambiental del factor (V). Si a través de la experiencia y el conocimiento que existe sobre los procesos y actividades de los proyectos que usualmente son sometidos al proceso de EIA, se puede estimar qué tan impactante es la acción y qué tan vulnerable es el factor, entonces de manera indirecta se puede determinar qué tan intenso o que tan fuerte es el impacto.

Toro (2009), a través del uso de métodos de consulta a expertos, definió para 11 factores ambientales (Tabla 29), el IAP de las actividades que requieren del trámite de licencia ambiental (Tabla 30) y el índice de Vulnerabilidad Ambiental para cada una de las regiones Naturales en Colombia (Tabla 31).

Tabla 29. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de las actividades

SIGLA	VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IAP	VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IAP
IAP _A	Impacto Ambiental Potencial Alto	5
IAP _{MA}	Impacto Ambiental Potencial Moderado Alto	4
IAP _{MB}	Impacto Ambiental Potencial Moderado Bajo	2
IAP _B	Impacto Ambiental Potencial Bajo	1

Fuente: Toro, 2009.

Tabla 30. Factores ambientales incluidos en el análisis del IAP de las actividades

FACTOR AMBIENTAL	SIGLA	FACTOR AMBIENTAL	SIGLA
Hábitat de Fauna	HF	Calidad agua superficial	CAS
Diversidad de Fauna	DF	Seguridad Social	SS
Diversidad de Flora	DFL	Población (Migración, emigración).	PO
Calidad del aire	CA	Empleo (Temporal, o fijo)	EMP
Capacidad agrológica del suelo	AGS	Recursos Educativos	RE
Cambio uso del suelo	CUS		

Fuente: Toro, 2009.

Tabla 31. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de la Vulnerabilidad

VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IAP	SIGLA	VALORACIÓN CUANTITATIVA VULNERABILIDAD
Vulnerabilidad Ambiental Alta	V_A	5
Vulnerabilidad Ambiental Moderada Alta	V_{MA}	4
Vulnerabilidad Ambiental Moderada Baja	V_{MB}	2
Vulnerabilidad Ambiental Baja	V_B	1

Fuente: Toro, 2009.

A través de una correlación entre el IAP y la Vulnerabilidad, se puede generar una aproximación que permita determinar cualitativamente el valor de la intensidad del impacto. El modelo propuesto corresponde a una matriz de doble entrada en la que se fijan las diferentes interacciones que pueden existir entre las categorías definidas para el IAP y la Vulnerabilidad (Figura 11). En una aproximación conceptual que luego será probada con una aplicación práctica a un estudio de caso; la interacción entre el IAP y la Vulnerabilidad genera 7 tipos de categorías para la intensidad (Tabla 32).

Figura 11. Matriz cualitativa para el cálculo de la intensidad

V \ IAP	IAP_A	IAP_{MA}	IAP_{MB}	IAP_B
V_A				
V_{MA}				
V_{MB}				
V_B				

Fuente: Elaboración basada en el análisis conceptual del IAP y la VA propuestos por Toro (2009)

Tabla 32. Categorías cualitativas definidas para el cálculo de la intensidad

Calificación de la intensidad	Color	Casos
Muy baja		IAP bajo con V bajo
Baja		IAP bajo con V moderadamente baja IAP moderadamente bajo con V baja
Moderadamente baja		IAP bajo con V moderadamente alta IAP moderadamente bajo con V moderadamente baja IAP moderadamente alto con V baja
Media		IAP bajo con V alta IAP moderadamente bajo con V moderadamente alta IAP moderadamente alto con V moderadamente baja IAP alto con V baja
Moderadamente alta		IAP moderadamente bajo con V alta IAP moderadamente alto con V moderadamente alta IAP alto con V moderadamente baja
Alta		IAP moderadamente alto con V IAP alto con V moderadamente alta
Muy alta		IAP alto con V alta

Fuente: Elaboración basada en el análisis conceptual del IAP y la V propuestos por Toro (2009)



Debido a que la matriz se genera a través de un análisis conceptual de las variables IAP y V, el equipo evaluador debe considerar los siguientes aspectos:

- Para determinar la Vulnerabilidad ambiental del factor (V), se recomienda que el equipo evaluador tenga en cuenta los usos del suelo local y la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto, así como la información de los indicadores en función de los cuales se ha construido el índice por Toro (2009). De no existir esta información, entonces se puede utilizar el índice de vulnerabilidad ambiental definido por Toro (2009) para cada uno de los departamentos de Colombia, dependiendo de la localización del proyecto.
- Para determinar el Impacto Ambiental Potencial de la Actividad (IAP), se recomienda que el equipo evaluador defina la calificación de las acciones específicas del proyecto entre las categorías cualitativas, en base a la experiencia de los especialistas, dado que el IAP que ha sido definido por Toro (2009), sólo aplica para las actividades principales o proyectos que requieren de licencia ambiental en Colombia y no para las actividades o acciones específicas de cada una de las etapas del proyecto. Por ejemplo, para la actividad principal: Explotación de Hidrocarburos, en la etapa de construcción del proyecto, existen actividades o acciones específicas como: transporte de equipos, materiales y personal, adecuación y/o construcción de vías, construcción de locaciones y construcción de estaciones de flujo.

Una vez se tenga la calificación del IAP y de la V, se puede proceder a la calificación de la intensidad a través de la matriz (Figura 9). La clasificación propuesta para las 7 categorías de calificación que van desde muy baja, baja, moderada baja, media, moderada alta, alta y muy alta, corresponde a la presentada en la tabla 33. La asignación de valores cuantitativos a cada una de

las variables cualitativas se realizó a través de la técnica de “comparación en pares jerarquizados”; se trata de un método desarrollado por Dean y Nishry (1965), consistente en la comparación de cada factor relativo con cada uno de los demás factores; entre sus ventajas se destaca que puede ser usada por un individuo o un grupo.

Tabla 33. Valores cuantitativos para el cálculo de la intensidad del impacto

Calificación de la intensidad	Color	Valor cuantitativo
Muy baja		1
Baja		2
Moderada baja		3
Media		4
Moderada alta		5
Alta		6
Muy alta		7

Fuente: Elaboración Propia

En un ejemplo, si se desea calificar la intensidad del impacto de un relleno sanitario en la región de Cundinamarca durante la etapa de operación, si utilizan el IAP y la V propuestos por Toro (2009), la calificación de la intensidad para cada uno de los factores ambientales corresponde a la definida en la tabla 32.

De acuerdo a la tabla 34, se puede apreciar que el cálculo de la intensidad para los departamentos de Chocó y Antioquia, a pesar de utilizar el mismo IAP para la actividad de operación de rellenos sanitarios, varía de manera significativa para las dos regiones, haciéndose más intenso en Cundinamarca para los factores: diversidad de fauna, diversidad de flora, hábitat de fauna, calidad del aire, calidad del agua y cambio en el uso del suelo.

Tabla 34. Calificación de la intensidad del impacto para la actividad Operación de Rellenos sanitarios en los Departamentos de chocó y Antioquia

Factor ambiental	IAP Actividad	CHOCÓ			ANTIOQUIA		
		V	Intensidad	Calificación	V	Intensidad	Calificación
Diversidad de Fauna	IAP _{MA}	V _B	Moderada Baja	3	V _{MA}	Moderada alta	5
Diversidad de Flora	IAP _{MA}	V _{MB}	Media	4	V _{MA}	Moderada alta	5
Hábitat de Fauna	IAP _{MA}	V _{MB}	Media	4	V _{MA}	Moderada alta	5
Calidad del Aire	IAP _A	V _B	Media	4	V _A	Muy alta	7
Calidad Agua Superficial	IAP _A	V _B	Media	4	V _{MA}	Moderada alta	5
Cambio Uso del Suelo	IAP _A	V _B	Media	4	V _{MA}	Moderada alta	5
Capacidad Agrologica del Suelo	IAP _{MA}	V _A	Alta	6	V _A	Moderada alta	5
Seguridad Social	IAP _{MA}	V _A	Alta	6	V _B	Moderada baja	3
Empleo	IAP _A	V _B	Media	4	V _B	Moderada baja	3
Educación	IAP _B	V _A	Media	4	V _A	Media	4
Población	IAP _B	V _A	Media	4	V _{MA}	Moderada baja	3

Fuente: Elaboración Basada en Toro 2009

5.2.3 Cobertura² del impacto

Para calificar la Cobertura del impacto se propone hacerlo en función del área que cubre el impacto en el nivel territorial, de acuerdo a la división política en Colombia. De acuerdo a la extensión o área donde se presenta el impacto se

² En adelante será utilizado el concepto de cobertura en vez de extensión, dado que este resulta más apropiado para medir el porcentaje de área que ocupa el impacto.

pueden generar 4 categorías cualitativas para las cuales se propone el sistema de calificación de la tabla 35.

Tabla 35. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Cobertura

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo³
Puntual	El impacto se presenta en un solo punto dentro del área de influencia del proyecto.	1
Local	El área donde se presenta el impacto no supera el área de jurisdicción municipal	2
Regional	El área donde se presenta el impacto ocupa dos o más municipios y no supera el área de jurisdicción de la Región Natural	3
Nacional	El área donde se presenta el impacto ocupa varios municipios en dos o más regiones naturales y no supera la jurisdicción Nacional	4
Trasnacional	El área donde se presenta el impacto supera la jurisdicción Nacional	5

Fuente: Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que pueden existir proyectos cuya área de influencia es local, pero el impacto puede llegar a tener cobertura regional, nacional o trasnacional.

³ Los valores cuantitativos para cada categoría cualitativa se asignan aplicando la técnica de “comparación en pares jerarquizados”. En adelante, este procedimiento se utiliza para la asignación de valores cuantitativos a las categorías cualitativas definidas para los atributos: Acumulación, Sinergia, Periodicidad y Reversibilidad.

5.2.4 Acumulación del impacto

Para calificar la Acumulación del impacto se debe tener en cuenta la frecuencia con la que se presenta el impacto en el tiempo y el nivel de resiliencia del factor afectado. De acuerdo a la acumulación del impacto se pueden generar 2 categorías cualitativas para las cuales se propone el sistema de calificación de la tabla 36.

Tabla 36. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Acumulación

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Simple	El impacto no presenta acumulación en el tiempo así ocurra un incremento de la frecuencia con que se repite.	0
Acumulativo	El impacto presenta una tendencia acumulativa en el tiempo ante el incremento de la frecuencia con que se repite.	2

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Sinergia del impacto

Para calificar la Sinergia del impacto se debe tener en cuenta el potencial de interacción con otros impactos. De acuerdo a la sinergia del impacto se pueden generar 2 categorías cualitativas para las cuales se propone el sistema de calificación de la tabla 37.

Tabla 37. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Sinergia

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Sin sinergismo	El modo de acción es individualizado y no interactúa con ningún otro impacto	0
Sinérgico	El modo de acción es conjunto con uno o más impactos y se aumenta el nivel de incidencia sobre el factor frente a la suma de las incidencias individualizadas.	2

Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Periodicidad del impacto

Para calificar la Periodicidad del impacto se debe tener en cuenta la frecuencia con la que se presenta el impacto en el tiempo, la cual a su vez está relacionada con la frecuencia con la que se repite la acción que lo genera y/o la causa directa. De acuerdo a la periodicidad del impacto se pueden generar 3 categorías cualitativas para las cuales se propone el sistema de calificación de la tabla 38.

Tabla 38. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Periodicidad

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Irregular	La frecuencia con que se presenta el impacto es baja, y deber ser determinada en términos de su probabilidad de ocurrencia	1
Periódico	El impacto se repite con frecuencia a intervalos determinados de tiempo durante la ejecución del proyecto	3
Continuo	El impacto se hace constante y permanente durante el tiempo de ejecución del proyecto	5

Fuente: Elaboración propia

5.2.7 Reversibilidad

Para calificar la Reversibilidad del impacto se propone realizar una correlación entre el tiempo de permanencia o duración del impacto y el tiempo de ejecución del proyecto. De acuerdo a la Reversibilidad, se pueden generar 4 categorías cualitativas para las cuales se propone el sistema de calificación de la tabla 39.

Tabla 39. Sistema de clasificación propuesto para la valoración de la Reversibilidad

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Fugaz	Una vez termina la actividad el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata por medios naturales.	1
Corto Plazo	Una vez termina la actividad el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales por medios naturales en un período de tiempo inferior a 1 año.	3
Mediano plazo	Una vez termina la actividad el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales por medios naturales en un período de tiempo inferior a 10 años.	5
Irreversible	Una vez termina la actividad el factor ambiental no vuelve a retornar a las condiciones iniciales por medios naturales.	7

Fuente: Elaboración propia

5.3 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Una vez definidos los atributos que desde el punto de vista conceptual se consideran más pertinentes para la EIA, se propone la ecuación 23, para el cálculo de la importancia del impacto en función de la calidad ambiental del factor.

$$I_{CA} = \pm(IN + CO + SI + AC + PR + RV) \quad (23)$$

De donde;

I_{CA} , representa la importancia en función de la calidad ambiental del factor

IN, representa la Intensidad

CO, representa la Cobertura

SI, representa el Sinergismo

AC, representa la Acumulación

PR, representa la periodicidad

RV, representa la Reversibilidad

Una vez se obtiene el cálculo de la importancia con la ecuación 24, ésta debe ser normalizada para obtener valores entre 0 y 100, que permitan determinar el nivel de importancia de cada impacto en una escala más adecuada.

$$I_{(CA)N} = \pm(|I_{CA}| - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo}) * 100 \quad (24)$$

Donde; $\text{Mínimo} = 4$

$\text{Máximo} = 28$

Finalmente, de acuerdo al valor obtenido en cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental, se propone el sistema de clasificación de la tabla 40.

Tabla 40. Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental

Rango de la $I_{(CA)N}$	Valoración del Impacto	Significado para la EIA
≤ 25	Irrelevante	No genera daños irreversibles en el factor y no requiere de la aplicación de medidas de manejo para su recuperación

Continúa en la siguiente página

Continuación

Rango de la $I_{(CA)N}$	Valoración del Impacto	Significado para la EIA
>25<50	Moderado	Genera daños menores en el factor y requiere de la aplicación de medidas de manejo sencillas para su recuperación.
≥50<75	Severo	Genera daños evidentes en el factor y requiere de la aplicación inmediata de medidas de manejo para su recuperación.
≥75	Crítico	Genera daños muy severos en el factor y requiere de la aplicación inmediata de medidas de manejo intensivas para su recuperación.

Fuente: Elaboración propia (1997)

5.3.1 Síntesis de la propuesta metodológica para el cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental

El cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental y la calificación cualitativa de cada uno de los atributos, así como la ponderación que estos reciben en la ecuación 23, se presenta en la tabla 41.

Tabla 41. Síntesis valoración de atributos cualitativos en la Determinación de la Importancia ambiental en función de la calidad ambiental

VARIABLES		RANGO PONDERACIÓN (%)	CALIFICACIÓN CUALITATIVA	VALOR
IN	INTENSIDAD	14% - 25%	Muy Baja	1
			Baja	2
			Moderada Baja	3
			Media	4
			Moderada Alta	5
			Alta	6
			Muy Alta	7

Continúa en la siguiente página

VARIABLES		RANGO PONDERACIÓN (%)	CALIFICACIÓN CUALITATIVA	VALOR
EX	EXTENSIÓN	17,9% - 25%	Puntual	1
			Local	2
			Regional	3
			Nacional	4
			Trasnacional	5
SI	SINERGIA	0% - 7,1%	Sin Sinergismo	0
			Sinérgico	2
AC	ACUMULACIÓN	0% - 7,1%	Simple	0
			Acumulativo	2
PR	PERIODICIDAD	17,9% - 25%	Irregular	1
			Periódico	3
			Continuo	5
DU	REVERSIBILIDAD	25% - 25%	Fugaz	1
			A corto plazo	3
			A medio plazo	5
			Irreversible	7
TOTAL		100%	Máximo	28
			Mínimo	4

Fuente: Elaboración propia

El modelo para la calificación de la importancia en función de la calidad ambiental, ha sido diseñado bajo las siguientes condiciones y/o consideraciones:

- Si el impacto es fugaz, entonces no habrá lugar a que el impacto presente sinergismo, acumulación o continuidad.
- Si el impacto presenta una intensidad muy alta y es irreversible, la importancia en función de la calidad ambiental será severa junto al nivel más bajo de calificación de las demás variables y seguirá aumentando su nivel de severidad en la medida en que las demás variables reciban calificaciones altas.

- Un impacto continuo, con una intensidad muy alta e irreversible; al presentar una cobertura regional, obtendrá una calificación crítica.
- Si el impacto presenta una intensidad muy alta, pero es fugaz y las demás variables reciben las calificaciones más bajas, la importancia en función de la calidad ambiental será irrelevante. De igual forma, si el impacto presenta una intensidad muy baja, es permanente y las demás variables reciben las calificaciones más bajas, la importancia en función de la calidad ambiental será irrelevante.
- Los impactos que obtengan una calificación de la importancia que sea superior o mayor a 25, deben ser tenidos en cuenta para la siguiente fase y ser calificados para el escenario del proyecto-con medidas de manejo ambiental.

5.4 PROPUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS EN EL ESCENARIO CON PROYECTO INCLUYENDO LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.

Para calificar la importancia ambiental del impacto en función de la calidad ambiental en un escenario en el cual se aplican las medidas de manejo ambiental, primero se debe calcular la importancia de las medidas de manejo ambiental.

La importancia de las medidas de manejo ambiental puede ser calculada a través del atributo Recuperabilidad, el cual a su vez, puede ser calificado en función de dos variables: el tiempo de recuperación y la eficacia de la medida de manejo.

Antes de definir conceptualmente cada una de las variables que están correlacionadas con la Recuperabilidad es necesario definir los tipos de medida de

manejo ambiental que se utilizan en la práctica de la EIA. En Colombia, como parte integral del Plan de Manejo Ambiental, se distinguen los siguientes tipos de medidas:

Medidas de prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente (MAVDT, 2010).

La aplicación de medidas de prevención o medidas protectoras se deben realizar en un escenario en el cual no ha ocurrido una interacción entre la acción y el factor ambiental, en este sentido, las medidas de prevención estarán relacionadas con un rediseño o un cambio de las actividades que generan el impacto.

En un orden de prioridades para la EIA, resulta fundamental que el equipo que elabora el EsIA, agote todas las posibilidades que puedan existir para garantizar la aplicación de medidas preventivas, especialmente, a los impactos cuya importancia haya sido determinada como crítica o severa. La prevención de los impactos no sólo evita que éstos se presenten sino que disminuye los costos ambientales que se pueden generar a futuro cuando sea necesario aplicar medidas correctoras.

Medidas de mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente (MAVDT, 2010).

Este tipo de medidas representan un segundo orden de prioridad para los casos en los cuales el impacto no admita medidas de prevención. Ante la situación que el impacto es inminente, es necesario identificar todas las posibilidades que puedan existir para atenuar el impacto y así disminuir el nivel de intensidad que este causa sobre el factor en el cual incide la acción. Este tipo de medidas se aplican durante la ejecución de las actividades del proyecto.

Medidas de corrección: Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del factor afectado por el proyecto (MAVDT, 2010).

Las medidas de corrección se aplican en un momento tardío del proyecto o con posterioridad a los daños causados, es decir, que el factor ha resultado afectado producto de la interacción con la acción con el nivel intensidad que se había previsto para el escenario del proyecto-sin medidas de manejo ambiental.

Medidas de compensación: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos (MAVDT, 2010).

Las medidas de compensación representan la última instancia en el orden de prioridad para ser usadas en la EIA, dado que no representan mejoramiento directo de la calidad ambiental del factor afectado. Este tipo de medidas se aplican para los casos en los cuales el efecto es irrecuperable.

Después de revisados los conceptos sobre la clasificación de las medidas de manejo ambiental, se plantea el respectivo sistema de clasificación para cada una de las variables en función de las cuales se puede medir el nivel de recuperabilidad ambiental.

5.4.1 Tiempo de recuperación

En la fase anterior, se incorporaba la variable duración del impacto para determinar el tiempo que el factor tardaría en recuperarse bajo condiciones naturales, en la propuesta de modificación de la metodología cualitativa, se incorpora la variable tiempo de recuperación, con el fin de determinar el tiempo que tardará en recuperarse el factor ambiental, a partir del momento en que se aplican las medidas de manejo.

El tiempo de recuperación puede estar relacionado con el tipo de medida de manejo ambiental que se aplica, por ejemplo, al implementar medidas preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del factor ambiental tenderá a ser inmediato porque el impacto se ha prevenido o manejado de manera pertinente. Por su parte, la aplicación de medidas de corrección puede conducir a períodos de tiempos más largos que se relacionan con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del factor y las medidas compensatorias no tienen como fin la recuperación del factor ambiental, sino indemnizar a la comunidad por los daños generados.

De acuerdo al tiempo de recuperación, se puede generar el sistema de calificación propuesto en la tabla 42.

Tabla 42. Sistema de clasificación propuesto para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Largo plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, superior a 10 años.	1
Recuperable a Mediano Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a diez años.	3
Recuperabilidad a Corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata.	7

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Eficacia de la medida de manejo

La eficacia de la medida de manejo permite establecer la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causará o que se ha causado sobre el factor ambiental por la incidencia de la acción. Para la calificación, se propone el sistema de clasificación de la tabla 43.

Tabla 43. Sistema de clasificación propuesto para la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Nula	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% a 80%	10
Muy alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

Fuente: Elaboración propia

Una vez se realiza la calificación de los atributos el tiempo de recuperación y la eficacia de la medida de manejo, se procede a determinar la importancia en función de la calidad ambiental para la etapa con medidas de manejo ambiental o importancia de la recuperabilidad a través de la ecuación 25.

$$I_{RB} = \pm(TR + E) \quad (25)$$

Donde;

I_{RB} , representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental

E, representa la eficacia de la medida de manejo aplicada

TR, representa el tiempo de recuperación del impacto

Una vez se obtiene el cálculo de la importancia con la ecuación 26, ésta debe ser normalizada para obtener valores entre 0 y 1, que permitan determinar el nivel de importancia de cada impacto en una escala más adecuada.

$$I_{(RB)N} = \pm(|I_{RB}| - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo}) \quad (26)$$

Donde;

Mínimo = 1

Máximo = 22

Finalmente, de acuerdo al valor obtenido en cálculo de la importancia de la recuperabilidad, se propone el sistema de clasificación de la tabla 44.

Tabla 44. Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental

Rango de la $I_{(RB)N}$	Valoración I_{RB}	Significado para la EIA
$\leq 0,35$	Baja	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es baja.

Continúa en la siguiente página

Rango de la $I_{(RB)N}$	Valoración I_{RB}	Significado para la EIA
>0,35<0,60	Media	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es media.
$\geq 0,60 < 0,80$	Alta	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.
$\geq 0,80$	Muy alta	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es muy alta.

Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Síntesis de la propuesta metodológica para el cálculo de la importancia de la Recuperabilidad

El cálculo de la importancia de la recuperabilidad ambiental y la calificación cualitativa de los atributos, incluyendo la ponderación que éstos tienen en la ecuación 24, se presenta en la tabla 45.

Tabla 45. Síntesis valoración de atributos cualitativos en la Metodología Propuesta

VARIABLES		RANGO PONDERACIÓN (%)	CALIFICACIÓN	VALOR
TR	TIEMPO DE RECUPERACIÓN	68% - 100	Largo plazo	1
			Recuperable a Mediano Plazo	3
			Recuperable a Corto plazo	5
			Inmediato	7
E	EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO	0% - 32%	Nula	0
			Baja	1
			Media	5
			Alta	10
			Muy alta	15
TOTAL		100,00%	Máximo	1
			Mínimo	22

Fuente: Elaboración propia

El modelo para la calificación de la importancia de la recuperabilidad, ha sido diseñado bajo las siguientes condiciones y/o consideraciones:

- La importancia de la recuperabilidad es baja para eficacias medias y tiempos de recuperación de largo y mediano plazo o para eficacias bajas, sin importar el tiempo de recuperación.
- La importancia de la recuperabilidad es media para eficacias medias y tiempos de recuperación inmediata y a corto plazo o para eficacias altas y tiempos de recuperación de largo y mediano plazo.
- La importancia de la recuperabilidad es alta para eficacias altas y tiempos de recuperación inmediata y a corto plazo o para eficacias muy altas y tiempos de recuperación de largo plazo.
- La importancia de la recuperabilidad es muy alta para eficacias muy altas y tiempos de recuperación inmediata, a corto plazo y mediano plazo.

5.4.4 Determinación de la Importancia Neta

Teniendo en cuenta que la importancia de la recuperabilidad, mide el nivel de recuperación de la calidad ambiental del factor, se propone la calificación de la importancia neta como una diferencia entre la importancia sin medidas de manejo ambiental y la importancia del impacto con medidas de manejo ambiental. Para el cálculo se propone la ecuación 27.

$$I_{NETA} = I_{(CA)N} - (I_{CA(N)} * I_{RB(N)}) \quad (27)$$

Donde;

I_{NETA} , representa la importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental

$I_{(RB)N}$, representa la importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

$I_{(CA)N}$, Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo

Finalmente, de acuerdo al valor obtenido en el cálculo de la importancia neta, se propone el sistema de clasificación de la tabla 46.

Tabla 46. Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental

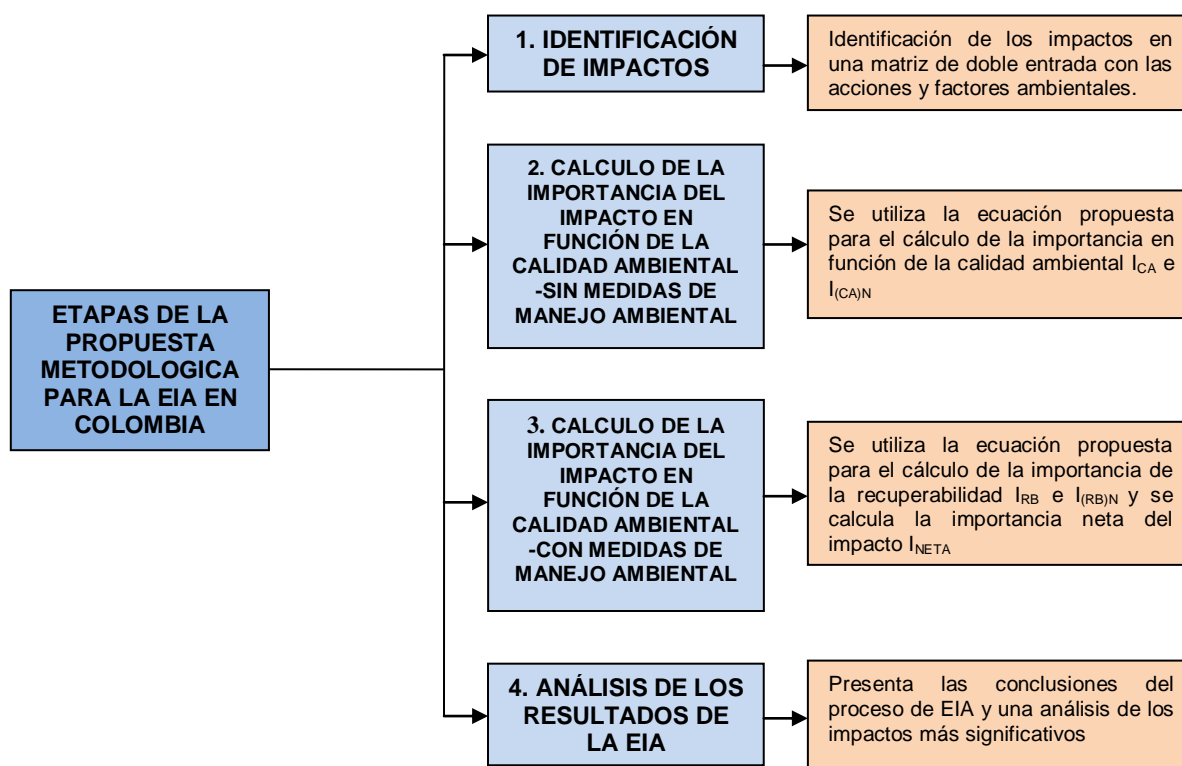
Rango de la $I_{(NETA)}$	Valoración I_{RB}	Significado para la EIA
≤ 25	Irrelevante	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
$>25 < 50$	Moderado	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
$\geq 50 < 75$	Severo	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
≥ 75	Crítico	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas o rechazo final del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

5.5. SÍNTESIS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

Definidos los índices de importancia ambiental para la etapa del proyecto-sin medidas de manejo ambiental y para el proyecto con medidas de manejo ambiental, es necesario presentar una síntesis de las etapas que se deben seguir para llevar a cabo la metodología propuesta para Colombia (Figura 12).

Figura 12. Síntesis de la propuesta metodológica para la EIA en Colombia



Fuente: Elaboración propia

5.5.1 Identificación de impactos

El proceso de identificación de los impactos se debe realizar en una matriz de doble entrada en la que se crucen las acciones específicas de cada etapa del proyecto y los factores ambientales. Si existe interacción, la respectiva casilla debe ser señalada con una X, que indica la presencia del impacto (Tabla 47).

Una vez se identifican los impactos, en un nuevo apartado, se debe presentar una descripción detallada de cada de ellos, definiendo indicadores ambientales que permitan una mayor objetividad en el proceso posterior de calificación de los atributos o variables en función de los cuales se calculará la importancia.

Los impactos identificados deben ser clasificados en directos o indirectos, simples o acumulativos y sinérgicos o sin sinergismo.

Tabla 47. Matriz de Identificación de impactos

FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES	IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN			
		Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n
F ₁	Impacto 1	X	X			X			
F ₂	Impacto 2		X	X					
F _j	Impacto n					X	X		

Fuente: elaboración propia

5.5.2 Determinación de la Importancia del impacto en función de la calidad ambiental para el proyecto-sin medidas de manejo ambiental

Una vez se determina la importancia en función de la calidad ambiental $I_{(CA)N}$ como se describió en el apartado 5.3, los valores deben ser consignados en las casillas correspondientes a la respectiva interacción en una nueva matriz (Matriz de importancia de los impactos para el proyecto sin medidas de manejo ambiental, tabla 38). De acuerdo al valor de la importancia, la casilla correspondiente a cada interacción debe estar identificada por el color correspondiente que indica el tipo de impacto de acuerdo a la categorización definida en la tabla 48.

Tabla 48. Rangos de calificación de la $I_{(CA)N}$

CALIFICACIÓN DEL IMPACTO	VALORACIÓN
≤ 25	IMPACTO IRRELEVANTE
$>25 < 50$	IMPACTO MODERADO
$\geq 50 < 75$	IMPACTO SEVERO
≥ 75	IMPACTO CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia con información de Toro 2009.

5.5.3 Determinación de la Importancia del impacto en función de la calidad ambiental para el proyecto-con medidas de manejo ambiental

Una vez se determina la importancia Neta I_{NETA} como se describió en el apartado 5.4, los valores deben ser consignados en las casillas correspondientes a la respectiva interacción en una nueva matriz (Matriz de importancia de los impactos para el proyecto con medidas de manejo ambiental, tabla 50). De acuerdo al valor de la importancia, la casilla correspondiente a cada interacción debe estar identificada por el color correspondiente que indica el tipo de impacto de acuerdo a la categorización definida en la tabla 48.

Tabla 49. Matriz de importancia para el proyecto sin medidas de manejo ambiental

FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES	IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN			
		Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n
F_1	Impacto 1	$I_{(CA)N}$	$I_{(CA)N}$			$I_{(CA)N}$	$I_{(CA)N}$		
F_2	Impacto 2		$I_{(CA)N}$	$I_{(CA)N}$				$I_{(CA)N}$	
F_j	Impacto n			$I_{(CA)N}$		$I_{(CA)N}$	$I_{(CA)N}$		

Fuente: elaboración propia

Tabla 50. Matriz de importancia para el proyecto con medidas de manejo ambiental

FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES	IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN			
		Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n
F ₁	Impacto 1	I _{NETA}	I _{NETA}			I _{NETA}	I _{NETA}		
F ₂	Impacto 2		I _{NETA}	I _{NETA}				I _{NETA}	
F _j	Impacto n			I _{NETA}		I _{NETA}	I _{NETA}		

Fuente: elaboración propia

5.5.4 Análisis de los resultados de la EIA

En un nuevo apartado se deben presentar los análisis de los resultados y las conclusiones del proceso de EIA, destacando qué impactos son los más relevantes para tener en cuenta en el proceso de aplicación del Plan de Manejo Ambiental, cuáles son los factores ambientales que resultan más afectados y cuáles son las actividades que representan un mayor riesgo para el proyecto.

6. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

En este capítulo se lleva a cabo una aplicación práctica de la propuesta metodológica a un proyecto que ha sido seleccionado del estudio de caso presentado en el capítulo 4.

La selección del proyecto se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El EsIA aplica de manera sistemática, precisa, completa y sin modificaciones el modelo metodológico propuesto por Conesa en España, el cual de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 4 (estudio de caso), resulta ser el más aplicado y utilizado en la práctica de la EIA en Colombia.
- El EsIA cuenta con una línea base suficientemente amplia y con indicadores ambientales que garantizan una mayor objetividad a los juicios emitidos por los profesionales en el proceso de valoración de cada una de las variables cualitativas.

Por otra parte, el objetivo del análisis que se presenta en este capítulo, sólo tiene el interés de comparar los resultados en la determinación de la importancia ambiental del impacto, a través de la metodología cualitativa que fue utilizada en el proyecto (modelo metodológico propuesto por Conesa) y la propuesta metodológica desarrollada en el capítulo 5.

Para los fines prácticos de la aplicación de la propuesta metodológica, se adopta la misma calificación cualitativa asignada a las variables. El objetivo no es suplantar la calificación del equipo consultor, debido a que los juicios generados por los profesionales durante la elaboración del EsIA están sustentados en un amplio conocimiento de la zona de estudio y de las actividades específicas que hacen parte del alcance del proyecto.

Se buscará que la calificación cualitativa de las variables corresponda a la calificación cualitativa definida en la propuesta metodológica, y una vez esté definida, se asignará el valor cuantitativo que le corresponde según el sistema de escala propuesto.

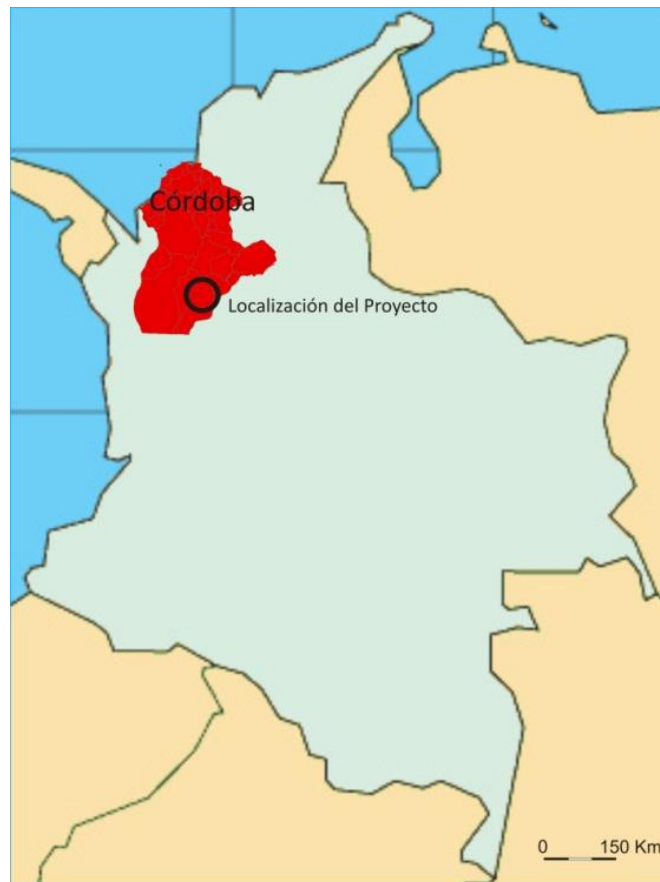
El proyecto seleccionado corresponde a la construcción y operación de una Central Térmica de generación de energía eléctrica.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comprende la construcción y operación de una Central Térmica de generación de energía eléctrica de (150 MW) que utiliza carbón como combustible principal, se localiza en jurisdicción del municipio de Puerto Libertador, departamento de Córdoba (Figura 13), y será conectada al Sistema Interconectado Nacional Colombiano – SIN, mediante una línea de Transmisión de 115 kV, de aproximadamente 12 km. El sitio del proyecto está a 170 Km por carretera al sureste de la ciudad de Montería (Córdoba), al cual se accede por una vía terciaria de 9 km, que lo comunica con la vía principal que del municipio de Montelíbano conduce a Puerto Libertador. La vida útil del proyecto, desde el punto de vista técnico de operación, se estima que sea de 30 años.

Los yacimientos de carbón del área, corresponden a la cuenca del Alto San Jorge, con unas reservas probables de 600 millones de toneladas. La zona pertenece a la parte media de la cuenca del río San Jorge, donde se identifican 3 ríos importantes: San Jorge, San Pedro y Uré.

Figura 13. Localización del proyecto



Fuente: Gecelca, 2010

El proyecto contará principalmente con una (1) unidad de generación de vapor completa y nueva, de tecnología de Carbón Pulverizado o de Lecho Fluidizado, para condiciones de operación confiable y segura en sitio, con recalentador de vapor, adecuada para entregar el vapor demandado por un (1) turbogruppo de 150 MWe netos en sitio; la turbina de vapor estará provista de un (1) condensador y de sus sistemas auxiliares. El sistema de enfriamiento será de Ciclo Cerrado, mediante el uso de una (1) torre de enfriamiento de tipo húmedo, de tiro mecánico inducido. El sistema de gases de combustión incluye un (1) sistema de reducción de NOx, un (1) sistema de reducción de SOx, un (1) sistema de manejo de material particulado y una (1) chimenea.

El proyecto además está compuesto de los siguientes sistemas:

- Sistema de recibo, manejo y almacenamiento de carbón
- Sistema de recibo, manejo y almacenamiento de combustible líquido
- Sistema de recibo, manejo y almacenamiento de aditivos especiales (caliza)
- Sistema de captación y tratamiento de aguas y vertimientos
- Sistema de manejo y almacenamiento de cenizas
- sistemas mecánicos auxiliares: sistema de aire comprimido, Sistema contraincendio y generador diesel de emergencia
- Patio de conexiones eléctricas
- Sistema de control e instrumentación
- Sistema de comunicaciones
- Casa de máquinas
- Edificio administrativo
- Edificios para talleres
- Zona para taller automotriz y para maquinaria pesada
- Almacén General
- Casas de Trituración de carbón y de caliza
- Laboratorios
- Casetas de bombas y contraincendios
- Casino
- Sede Social
- Viviendas para Alojamiento
- Instalaciones para Vigilancia
- Vías internas y zonas de parqueo
- Adecuación de 9 kilómetros de vía de acceso existente
- Construcción de 1 puente de acceso al sitio, ubicado sobre el río San Pedro en el tramo de vía a adecuar.

Etapas de Construcción del Proyecto

Esta etapa iniciará una vez se tengan los permisos de construcción y licencias pertinentes y finalizará con las pruebas de aceptación y puesta en marcha de la central. Entre las actividades que contempla se tienen:

- Contratación de mano de obra y movilización de personal
- Adecuación de vías de acceso
- Instalaciones y operación de campamentos
- Abastecimiento de agua, energía y combustibles
- Localización y replanteo
- Movilización de materiales, equipos y maquinaria hasta el sitio de la obra
- Movimientos de tierra
- Fundaciones para equipos y de estructuras soporte
- Construcción y Obras civiles
 - Construcción de estructuras en concreto reforzado
 - Edificaciones
 - Construcción de los patios de acopio de carbón y de caliza, de disposición de ceniza y de conexiones eléctricas
 - Vías internas y zonas de parqueo
 - Cerramientos y estructuras de vigilancia
 - Construcción de la Bocatoma y del Sistema de conducción de agua
- Transporte de Equipos
- Montaje Electromecánico
- Pruebas y puesta en servicio
- Disposición de estériles y escombros - Retiro de instalaciones y desmovilización

Etapas de Operación

Durante la etapa de operación del proyecto se ejecutarán las siguientes actividades:

- Contratación de Personal
- Abastecimiento de Agua
- Abastecimiento de Combustible y de Caliza
- Conexión al SIN
- Generación de Energía/Operación Comercial
- Mantenimientos

Etapa de abandono y restauración

Durante la etapa de abandono y restauración se ejecutarán las siguientes actividades:

- Desmantelamiento de la central
- Manejo y disposición de residuos
- Reconformación morfológica

6.2 DEMANDA, USO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Los siguientes aspectos están relacionados con la demanda de recursos que requiere el proyecto:

Captación de agua superficial

- El volumen de agua requerido por el proyecto durante la operación es de 150 L/s, equivalentes al 1.72% del caudal promedio mínimo y al 0.083% del caudal promedio mensual del río San Jorge, lo cual determina que la operación de la planta no afectará el caudal del río para usos en otras actividades en más de un 0.5%.
- La estación de bombeo para la captación del agua estará ubicada en la margen derecha del río San Jorge, a una distancia de 700 m aproximadamente de la Central.
- La bocatoma de la central térmica ocupará el cauce del río San Jorge con una estructura de bocatoma flotante.

Vertimientos

- Las aguas residuales domesticas no serán descargadas directamente a ningún cuerpo de agua. El caudal de agua residual doméstica luego de ser tratado será llevado a una Laguna de Estabilización – Almacenamiento, solamente se verterá en el momento que esta laguna cope su volumen de diseño, situación que solo se presentará cuando ocurra el evento máximo de precipitación para el periodo de retorno considerado.
- El sistema de tratamiento de agua está conformado por:
 - Tratamiento de aguas residuales domésticas durante la construcción
 - Tratamiento de aguas residuales domésticas durante la operación
 - Tratamiento de aguas residuales industriales durante la operación

Emisiones Atmosféricas

- El sistema de gases de combustión a instalar en la central, tendrá como función extraer de forma eficiente, segura y limpia los gases generados durante la combustión del carbón o de combustibles líquidos en el hogar de la caldera. Estará integrado por equipos de control de formación de NOx, sistemas de control de SOx y equipos de control de material particulado (precipitador electrostático o filtro de mangas). La chimenea se diseñará de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería y estará provista de un sistema de monitoreo continuo de emisiones
- Los patios de carbón y de ceniza contarán con barreras vivas con el fin de mimetizarlos con el entorno y crear una barrera corta viento para controlar las emisiones de material particulado.

Aprovechamiento Forestal

- El aprovechamiento forestal para la adecuación y construcción de la central, se realizará en 3 zonas puntuales dentro del área directa del proyecto y corresponden a 0.26 ha.

- El volumen de biomasa total al extraer en el área de influencia directa es de 95.97 m³ de los cuales 42.27 m³ corresponden a material maderable.

6.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO

Para la identificación de los impactos generados en el proyecto, se utilizó como base la matriz de Leopold (Tabla 51) y para la valoración cualitativa numérica, se utilizó el modelo metodológico desarrollado por Vicente Conesa Fernández y descrito en su Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa, 1997).

6.4 CRITERIOS UTILIZADOS EN LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El proceso de valoración de los impactos, incluye los resultados de la determinación de la importancia ambiental a través de la metodología cualitativa utilizada en el EsIA y de forma paralela, se presentan los resultados obtenidos para la importancia ambiental a través del modelo metodológico propuesto en el capítulo 5, el cual incluye el cálculo de la importancia ambiental en función de la calidad ambiental (impactos del proyecto sin medidas de manejo ambiental), el cálculo de la importancia de la recuperabilidad y el cálculo de la importancia neta (impactos del proyecto con medidas de manejo ambiental).

Los análisis fueron aplicados a los impactos negativos identificados en el proyecto durante las fases de construcción, operación y abandono. Para el cálculo de la intensidad se asumió el valor cualitativo dado por el equipo evaluador y se asignó el valor cuantitativo de la escala propuesta. De igual manera, se procedió con el cálculo de la sinergia, la acumulación, la reversibilidad y la periodicidad. Por su parte, para el cálculo de la cobertura se trató de asignar valores similares en

escala a los asignados para la extensión, haciéndose necesario en algunos casos asignar una calificación acorde al contexto en el cual se ejecutará el proyecto.

Para el cálculo de la importancia neta fue necesario asignar valor a las variables tiempo de recuperación (TR) y eficacia de las medidas de manejo ambiental (E), tratando de guardar similitud o relación con la calificación cualitativa dada a la recuperabilidad. Por ejemplo, para los casos en los cuales el equipo asignó un valor de 4 a la recuperabilidad (totalmente recuperable a mediano plazo), entonces para la propuesta metodológica, se consideraron valores de 3 para TR (recuperable a mediano plazo) y 15 para E (Eficacia muy alta de las medidas de manejo ambiental).

Una vez se definidos los valores para TR y E, se procedió al cálculo de la importancia de la recuperabilidad en función de la calidad ambiental y posteriormente al cálculo de la importancia neta o importancia para el escenario del proyecto con medidas de manejo ambiental.

La síntesis de valoración de impactos mediante los dos modelos metodológicos (Figura 14), se presenta en el Anexo 2. Como ejemplo ilustrativo en la tabla 52, se presenta la valoración de impactos para la actividad de contratación de mano de obra y movilización del personal.

Tabla 52. Valoración de impactos para la actividad de contratación de mano de obra y movilización del personal

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Contratación de mano de obra y movilización del personal															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I(CA)N	I(RB)N	I(NETO)N
Fauna silvestre	Atropellamiento de fauna	4	2	2	4	2	4	8	2	2	2			44			
		3		2			6		5	2	3	3	15		71	0,8	13
	Ahuyentamiento de la fauna	4	2	2	4	2	4	8	2	2	2			44			
		3		2			6		5	2	3	3	15		71	0,8	13
Demografía	Cambio en la dinámica poblacional	4	2	4	4	2	4	8	2	4	4			50			
		3		2			6		5	2	5	3	15		79	0,8	17
	Cambio en la accidentalidad	2	2	1	4	1	4	1	2	1	4			32			
		2		0			6		5	1	5	7	15		63	1,0	0
	Riesgo de afectaciones a la salud	4	1	2	4	1	4	2	2	4	1			37			
		3		0			6		5	2	1	7	15		54	1,0	0
Económico	Cambio precios de bienes y servicios	2	2	4	1	2	4	4	2	4	4			39			
		3		2			6		5	2	5	3	15		79	0,8	15
Político organizativo	Generación de expectativas	2	4	2	1	4	4	8	4	4	4			47			
		3		2			6		7	2	5	7	5		88	0,5	42
Cultural	Cambio en el ambiente social	4	2	2	1	2	4	2	2	4	4			39			
		3		2			6		5	2	5	7	5		82	0,5	39

Fuente: Elaboración propia

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

De un total de 157 impactos valorados con el método utilizado en el EsIA, se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 53.

Por otra parte, la síntesis de los resultados obtenidos a través de la propuesta metodológica del capítulo 4 (Figura 14), para el escenario del proyecto sin medidas de manejo ambiental y con medidas de manejo ambiental, se presentan en las tablas 54 y 55, respectivamente.

Tabla 53. Valoración de impactos aplicando la metodología cualitativa

Calificación del impacto	Valoración	N° de impactos	%
≤ 25	IMPACTO IRRELEVANTE	24	15,3%
>25<50	IMPACTO MODERADO	103	65,6%
≥50<75	IMPACTO SEVERO	30	19,1%
≥75	IMPACTO CRÍTICO	0	0,0%
TOTAL		157	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Valoración de impactos aplicando el modelo propuesto sin medidas de manejo ambiental

Calificación del impacto	Valoración de la Importancia sin medidas de manejo ambiental $I_{(CA)N}$	N° de impactos	%
≤ 25	IMPACTO IRRELEVANTE	25	15,9%
>25<50	IMPACTO MODERADO	52	33,1%
≥50<75	IMPACTO SEVERO	61	38,9%
≥75	IMPACTO CRÍTICO	19	12,1%
TOTAL		157	100%

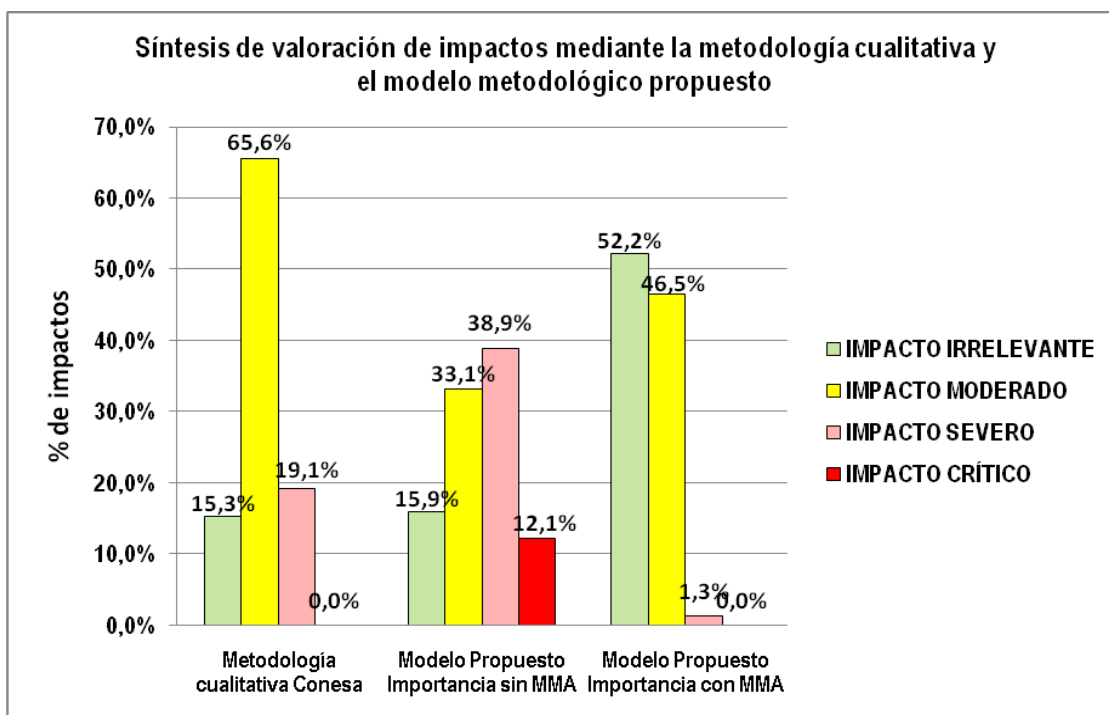
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55. Valoración de impactos aplicando el modelo propuesto considerando las medidas de manejo ambiental

Calificación del impacto	Valoración de la Importancia con medidas de manejo ambiental I _{NETA}	N° de impactos	%
≤ 25	IMPACTO IRRELEVANTE	82	52,2%
>25<50	IMPACTO MODERADO	73	46,5%
≥50<75	IMPACTO SEVERO	2	1,3%
≥75	IMPACTO CRÍTICO	0	0,0%
TOTAL		157	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Síntesis de valoración de impactos mediante la metodología cualitativa y el modelo metodológico propuesto



Fuente: Elaboración Propia

Frente al análisis de la estimación de la importancia de los impactos a través de la propuesta metodológica, se ha evidenciado lo siguiente:

- El cálculo de la importancia del impacto en función de la calidad ambiental ($I_{(CA)N}$) identifica igual número de impactos en la categoría irrelevante frente a la metodología cualitativa. Esto demuestra que las escalas presentan niveles de ponderación similares para los casos en los cuales las variables cualitativas son calificadas con los valores mínimos.
- El cálculo de la importancia del impacto en función de la calidad ambiental ($I_{(CA)N}$) identifica un menor número de impactos en la categoría moderado frente a la metodología cualitativa. Sin embargo, los impactos que dejan de ser moderados pasan a la categoría severo, debido principalmente, a que presentan calificaciones altas de la variable irreversibilidad, la cual representa un nivel de importancia significativo en la propuesta metodológica.
- El cálculo de la importancia del impacto en función de la calidad ambiental ($I_{(CA)N}$) a diferencia de la metodología cualitativa evidencia impactos en la categoría crítico. Esto resulta fundamental en la práctica de la EIA, debido a que se detectan impactos que se caracterizan por ser irreversibles a largo o mediano plazo y presentar intensidades altas o muy altas, que al ser subestimados en su nivel de importancia pueden ocasionar una pérdida significativa de la calidad ambiental del factor afectado.
- El cálculo de la importancia neta a través del uso de la importancia de la recuperabilidad, permite obtener una medida más objetiva en la determinación de la importancia del impacto cuando se aplican las medidas de manejo ambiental. Esto resulta fundamental en la práctica de la EIA, debido a que la importancia neta se constituye en una herramienta

mediante la cual se puede justificar con mayor solidez la toma de decisiones sobre la viabilidad de ejecutar el proyecto o una determinada actividad.

7. CONCLUSIONES

El análisis de las metodologías utilizadas en Colombia para el proceso de valoración de impactos, evidenció que la mayoría, corresponden a la metodología cualitativa, pero con una tendencia a incluir modificaciones en las variables utilizadas para la valoración de la importancia, que pueden provocar sesgos en el proceso de valoración de los impactos.

A través de un análisis basado en el concepto de impacto ambiental, se seleccionaron siete variables cualitativas: carácter, intensidad, cobertura, sinergismo, acumulación, reversibilidad y periodicidad, a través de las cuales se logró obtener un índice de importancia en función de la calidad ambiental que representa el impacto causado sin considerar las medidas de manejo ambiental.

La calificación de la variable Intensidad que generaba interdependencia con las demás variables cualitativas, pudo ser valorada con independencia a través de la incorporación de los conceptos de Impacto Potencial de la Actividad (IAP) y Vulnerabilidad Ambiental (V) del factor afectado. De esta manera, el proceso de valoración incorpora las características propias del contexto colombiano, debido a que la Vulnerabilidad Ambiental, ha sido definida en base a indicadores que expresan de forma indirecta el estado del ambiente en Colombia, para cada una de las regiones naturales.

El modelo propuesto, logra importantes aportes para la EIA, debido a que incorpora el cálculo de la importancia neta del impacto como un procedimiento más objetivo para determinar la importancia en función de la calidad ambiental del factor afectado por el proyecto, sin medidas de manejo ambiental y con medidas de manejo ambiental.

Con la aplicación del modelo propuesto, se demuestra que el cálculo de la importancia en función de la calidad ambiental, resulta muy pertinente para la EIA, debido a que utilizando un enfoque más objetivo clasifica un mayor número de impactos en las categorías de severo y crítico, que podrían ser subestimados con el uso de otros métodos cualitativos, pero que al evidenciarse, exigen del equipo evaluador un análisis minucioso y sustentado en la selección de las medidas de manejo que se deben implementar para recuperar el factor afectado.

El cálculo de la importancia de la recuperabilidad y el cálculo de la importancia neta, permiten correlacionar la etapa de EIA con la etapa de elaboración del Plan de Manejo Ambiental. De esta forma, se disminuye de manera significativa la subjetividad en el proceso de valoración de los impactos y se garantiza un modelo metodológico que al ser adoptado favorece la toma de decisiones y disminuye notoriamente las divergencias frente a los resultados de la EIA entre quienes elaboran los EsIA y quienes los evalúan.

8. TRABAJOS FUTUROS

Se recomienda el desarrollo de trabajos en los cuales se pueda determinar la Vulnerabilidad Ambiental del factor (V) para una escala local en la cual se tengan en cuenta los usos del suelo y la zonificación ambiental definida en los Planes de Ordenamiento Territorial.

Se recomienda llevar a cabo trabajos de definición del IAP para las actividades más comunes que se tienen en cuenta en la ejecución de los proyectos, obras y/o actividades que requieren de trámite de licencia ambiental.

Presentar el contenido de este trabajo al Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, para su conocimiento y análisis de la pertinencia de su aplicación en Colombia.

Incorporar el análisis mediante técnicas difusas en el modelo metodológico propuesto para Colombia.

8. BIBLIOGRAFIA

ANGEL, Augusto. Consideraciones epistemológicas en la evaluación ambiental. Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia - MEIACOL. ed. CD-ROM 1.0. Santa Marta, Junio de 1998.

ARANA, Aracelis. Construcción del Saber Institucional en torno al concepto de Ambiente. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Maracay. Revista de Investigación N° 63. 2008

BARKER, Adam and WOOD, Christopher. An evaluation of EIA system Performance in eight EU countries. ENVIRON IMPACT ASSESS REV 1999; 19:387–404. New York, 1999.

BARROW C. Social impact assessment-an introduction. New York: Oxford University Press Inc.; 2000.

BEANLANDS, G.E., DUINKER, P.N. An ecological framework for environmental impact assessment in Canada, Federal Environmental Assessment Review Office and Institute for Resource and Environmental Studies, Hull, Quebec, and Halifax, Nova Scotia, 1983.

BISSET, R. 1988. Developments in EIA methods. In Environmental Impact Assessment— Theory and Practice, ed. P. Wathern. London: Unwin Hyman.

CANTER L, CANTY G. Impact significance determination, principles and examples. Environmental and Ground Water Institute. University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, 1992. Disponible en: <http://www.eiatraining.com/DETERMINATION-IMPACT-SIGNIFICANCE.pdf>

CANTER L, CANTY G. Impact significance determination—basic considerations and a sequenced approach. *Environ Impact Asses* 1993;13:275–97.

CANTER L. Environmental impact assessment. second ed. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1996.

CANTER, L. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 2ª edición. Bogotá. McGraw-Hill, 2000.

CAPRA, Fritjof. La trama de la vida, una nueva perspectiva de los sistemas vivos. ANAGRAMA. Quinta edición. Barcelona-España, 2003.

CARRIZOSA, Julio. La visión ambiental antes de la creación del Ministerio del Medio Ambiente. Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia - MEIACOL. ed. CD-ROM 1.0. Santa Marta, Junio de 1998.

CARRIZOSA, Julio. La dimensión ambiental en los procesos de Planeación Nacional. Ecodesarrollo, el pensamiento del decenio. INDERENA. Segunda edición. Bogotá, 1985.

CARRIZOSA, Julio. Qué es ambientalismo, la visión ambiental compleja. PNUMA, colección pensamiento ambiental latinoamericano N° 1. 1ª edición. Bogotá, 2001.

CLARK, W. Ecología humana y cambios en el medio ambiente planetario. *Revista internacional de ciencias sociales* N° 121. Barcelona, septiembre de 1989.

CONESA, Vicente. Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Reimpresión Tercera edición. Madrid-España, 1997.

CORNING Peter. La hipótesis de sinergismo. Sobre el concepto de sinergia y su papel en la evolución de los Sistemas Complejos. Instituto para el Estudio de Sistemas Complejos JOURNAL OF SOCIAL AND EVOLUTIONARY SYSTEMS, 21(2), 1998.

COZAR ESCALANTE, José Manuel. Principio de precaución y medio ambiente. Rev. Esp. Salud Pública, mar.-abr. 2005, vol.79, no.2, p.133-144. ISSN 1135-5727.

CUERVO, Hernán. El ambiente como sistema. Consideraciones desde el punto de vista de los impactos ambientales. Seminario sobre declaración y evaluación de impacto ambiental. Universidad de Antioquia. Medellín, 1993.

DEE, N., BAKER, N.L. (1973). Environmental evaluation system for water resource planning. Water Resources Research, No. 9: p. 523-535.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, República de Colombia, Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento Compes 3320. Estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá. Bogotá, D.C., 6 de Diciembre de 2004.

DUARTE, Oscar. Técnicas difusas en la Evaluación de Impacto Ambiental, Tesis doctoral. Universidad de Granada. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Granada-España, Mayo de 2000.

DUINKER PN, BEANLANDS GE. The significance of environmental impacts: an exploration of the concept. Environ Manage 1986; 10(1):1-10.

ERAZO, Edgar. Principios y metodologías para la EIA. Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia - MEIACOL. ed. CD-ROM 1.0. Santa Marta, Junio de 1998.

GONZÁLEZ, Francisco. Ambiente y Desarrollo, Reflexiones acerca de la relación entre los conceptos: ecosistema, cultura y desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales para el desarrollo IDEADE. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, 1996.

FEDERAL ENVIRONMENTAL ASSESSMENT REVIEW OFFICE (FEARO). Initial assessment guide. Ottawa, Ontario, Canadá: FEARO; 1985.

FERNÁNDEZ García, Felipe. Clima y Calidad Ambiental en las Ciudades: Propuesta Metodológica y su Aplicación al Área de Madrid. Investigaciones geográficas, ISSN 0213-4691, N° 49, 2009, pág. 173-195

GALLOPÍN, G.C. 1997. "Indicators and Their Use: Information for Decision-making. Part One-Introduction"; pp.13-27 en: Moldan, B. and S. Bilharz (Eds.) "Sustainability Indicators. A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development". SCOPE 58. Wiley, Chichester.

GARMENDIA, A.; SALVADOR A.; CRESPO C.; GARMENDIA L. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid: Pearson educación, p. 75. ISBN: 84-20-4398-5.

GECELCA, Generadora y Comercializadora de energía del Caribe. Estudio de Impacto Ambiental proyecto Central Termoeléctrica GECELCA 3. Colombia 2010.

JOHNSON, D.L., Meanings of environmental terms. Journal of Environmental Quality 26: 581-589

KJELLERUP U. Significance determination: a rational reconstruction of decisions. Environ Impact Asses Rev 1999;17:3–19.

LAWRENCE, David. The need for EIA theory-Building. ENVIRON IMPACT ASSESS REV 1997;17:79-07. Elsevier Science Inc. New York, 1997.

LAWRENCE, David. Impact significance determination-Designing an approach. ENVIRON IMPACT ASSESS REV 2007;17:79-07. Elsevier Science Inc.

LAWRENCE David. Impact significance determination — back to basics. Environ Impact Asses Rev Volume 27, Issue 8, November 2007, Pages 755-769

LEÓN, Juan Diego. Evaluación del Impacto Ambiental de proyectos de desarrollo. Disponible en: <http://www.colforest.com.co/documentos/planificuencas/>

LEOPOLD, L., CLARKE F., HANSHAW B., BALSLEY, J. A Procedure for Evaluation Environmental Impact. Washington: circular 645, Geological Survey, United States Department of the Interior, 1971.

LOCANO, Fernando. Un marco teórico para el concepto de Desarrollo Sostenible, avances de investigación. Universidad del Rosario. Bogotá, 2000.

LOCKIE S. SIA in review: setting the agenda for impact assessment in the 21st century. Impact Assess Proj Apprais 2001;19:277–87.

LUDEVID, Manuel. El cambio global en el medio ambiente, introducción a sus causas humanas. Marcombo. Barcelona. 1997.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Manual de evaluación de Estudios Ambientales, criterios y procedimientos. Convenio Andrés Bello. Bogotá. 2002.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales. Bogotá, 2010.

MODAK, Prasad and BISWAS, Asit. Conducting Environmental Impact Assessment in Developing Countries. United Nations University Press. United States of America, 1999.

MORRIS, Peter and TERIVEL, Riki. Methods of environmental impact assessment. Third edition published. ISBN: 0-203-89290-9. New York, 2009.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano, Estocolmo, 5-16 de junio de 1972.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo, Brasil, Junio de 1992.

PASTAKIA, Christopher M. R. and JENSEN Arne. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) for EIA. Environ Impact Asses Rev 1998; 18:461–482.

PLAZAS J, LEMA Á y LEÓN J. Una propuesta estadística para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 62(1): 4937-4955. 2009.

POSADA, Luis y VARGAS, Elkin. Desarrollo Económico Sostenible, relaciones internacionales y recursos minero energéticos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Medellín, 1997.

RAMÍREZ, Omar Javier. Apuntes Sobre la percepción ambiental en la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro de Estudios Interdisciplinarios. Universidad Nacional de Rosario. Disponible en: <http://lunazul.ucaldas.edu.co/>

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1753 de 1994. Santa Fe de Bogotá, 03 de agosto de 1994.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1728 de 2002. Bogotá, 06 de agosto de 2002.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1180 de 2003. Bogotá, 10 de mayo de 2003.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1220 de 2005. Bogotá, 21 de abril de 2005.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 2820 de 2010. Bogotá, 05 de agosto de 2010.

REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley 99 de 1993. Bogotá, 22 de diciembre de 1993.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Notas de clases dictadas en el II curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental Campinas, SP - Brasil 5 al 20 de junio de 2000, Montevideo: Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe en Montevideo, 2002. ISBN 92-9089-073-8. p. 36.

SADLER B. Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance. Ottawa. International Association of Impact Assessment and Canadian Environmental Assessment Agency; 1996.

THE ROYAL TOWN PLANNING INSTITUTE. Planning Practice Standard, Environmental Impact Assessment. 41 Botolph Lane, London EC3R 8DL. ISBN 1-902311-28-0. London, mayo de 2001. Disponible en: www.rtpi.org.uk

THOMPSON MA. Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. *J Environ Manag* 1990;30:235–50.

TORO, Javier. Transversalización de la educación ambiental en la educación básica y media. Universidad Nacional de Colombia. Medellín-Colombia, 2004.

TORO, Javier. Análisis constructivo del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia, propuestas de mejora. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada-España, 2009.

TORO Javier, REQUENA Ignacio y ZAMORANO Monserrat. Environmental impact assessment in Colombia: Critical analysis and proposals for. *Environ Impact Asses Rev* 30 (2010); 247–261.

WESTMAN, WE. Ecology impact assessment and environmental planning. New York: John Wiley and Sons, Inc.; 1985.

WATHERN, P., YOUNG, S.N., BROWN, I.W., and ROBERTS, D.A. 1986. Ecological evaluation techniques. *Landscape Planning*. Volume 12, Issue 4, January 1986, Pages 403-420.

WRIGHT, William F and BOWER. Mood effects on subjective probability assessment. Gordon H. University of California, Irvine, USA Stanford University, USA. 2004. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* Volume 52, Issue 2, July 1992, Pages 276-291

ROSSOUW, Nigel. A review of methods and generic criteria for determining impact significance. *AJEAM-RAGEE* Volume 6 June 2003 p44-61.

SEITZ, Nicole E, WESTBROOK Cherie J. and NOBLE Bram F. Bringing science into river systems cumulative effects assessment practice. Environ Impact Asses Rev 2010. Elsevier Science In. New York, 2010.

ANEXO 1. FORMATO DE EVALUACIÓN METODOLOGÍAS DE EIA EN EXPEDIENTES DE LICENCIAS AMBIENTALES TRAMITADAS ANTE EL MINISTERIO DE AMBIENTE EN LA VIGENCIA 2010

Nº de Expediente

Nombre del Proyecto

La EIA incluye los siguientes escenarios:

Sin proyecto

Con proyecto F. construcción

Con proyecto F. operación

¿La EIA establece claramente una etapa de Identificación y descripción de las Actividades del Proyecto?

Sí

No

Las establece sin describirlas

¿La EIA incluye una descripción de los impactos ambientales y una discusión de las relaciones causales?

Sí

No

Descripción y Tipo de metodología de EIA

¿La Metodología de EIA incluye indicadores ambientales tomando como referencia los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental?

Sí

No

¿En los resultados de la EIA los impactos significativos se correlacionan con las medidas de manejo ambiental definidas en el PMA?

Sí

No

**ANEXO 2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA CENTRAL TÉRMICA DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA DE (150MW)**

Tabla 56. Valoración de impactos para la actividad Adecuación de vías de acceso

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Adecuación de vías de acceso															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	2	2	2	1	1	1	4	1	1	2			21			
		2		2			2		1	0	3	7	15		25	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	2	2	2	4	1	1	4	1	1	2			24			
		2		2			2		1	0	3	7	15		25	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	2	4	1	1	8	8	8	4	1	1			56			
		2		0			7		7	0	1	1	0		54	0,0	54
	Aparición o incremento de erosión hídrica superficial	2	1	2	4	1	1	8	2	4	4			33			
		1		2			2		5	2	5	5	15		54	0,9	5
	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	2	2	2	4	2	1	8	2	4	4			35			
		2		2			2		5	2	5	3	15		58	0,8	11
Suelo	Cambio en el régimen de escorrentía	2	1	1	4	1	1	8	1	1	4			28			
		3		0			2		1	0	5	5	15		29	0,9	3
Paisaje	Modificación de la calidad del fondo intrínseco	2	2	2	4	8	2	8	4	1	1			40			
		2					4		7	0	1	1	0		42	0,0	42
Fauna	Atropellamiento de fauna	4	2	2	4	4	4	4	2	2	1			41			
		3					6		5	2	1	5	5		54	0,4	31
Espacial	Cambio en la oferta de infraestructura vial	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2			30			
		3		2			4		5	2	3	3	15		63	0,8	12
Arqueológico	Pérdida del patrimonio arqueológico	1	4	2	4	8	2	8	4	4	4			46			
		1		2			4		7	2	5	1	0		71	0,0	71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Valoración de impactos para la actividad instalación de campamentos

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Instalación de campamentos															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			1		1	2	3	5	5		25	0,4	14
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales domésticas	1	2	2	4	4	8	8	2	2	4			54			
		1		2			7		5	2	5	5	5		75	0,4	43
	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	1	4	1	4	8	4	8	4	1	1			45			
		1		0			6		7	0	1	5	5		46	0,4	26
	Aparición o incremento de erosión hídrica superficial	1	2	2	1	4	1	8	2	4	4			32			
		1		2			2		5	2	5	5	5		54	0,4	31
	Cambio en el régimen de escorrentía	1	1	1	4	1	1	8	2	1	4			27			
		1		0			2		5	0	5	5	15		38	0,9	4
Cobertura vegetal	Presión y eliminación de la cobertura vegetal	1	4	1	4	4	1	4	2	1	4			29			
		1		0			2		5	0	5	5	5		38	0,4	21
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	1	2	2	4	4	4	4	2	2	1			35			
		1		2			6		5	2	1	5	5		54	0,4	31
	Destrucción de hábitat	1	2	2	4	4	1	4	2	2	1			26			
		1		2			2		5	2	1	5	5		38	0,4	21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Valoración de impactos para la actividad abastecimiento de agua, energía y combustibles para construcción

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Abastecimiento de agua, energía y combustibles para construcción															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	4	2	2	4	4	4	8	1	2	2			45			
		2		2			6		1	2	3	5	5		50	0,4	29
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	4	2	2	4	1	4	4	1	1	2			37			
		2		2			6		1	0	3	7	15		42	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Hídrico	Alteración de la calidad hidrobiológica de las aguas	4	2	2	1	4	4	8	2	2	1			42			
		3		2			6		5	2	1	5	5		63	0,4	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Valoración de impactos para la actividad Operación de campamentos

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Operación de campamentos															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales domésticas	1	2	2	4	4	8	8	2	2	4			54			
		1		2			7		5	2	5	5	5		75	0,4	43
	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Fauna	Atropellamiento de fauna	1	2	2	1	4	1	4	2	2	1			23			
		1		2			2		5	2	1	5	5		38	0,4	21
Económico	Cambio en la oferta de bienes y servicios	4	2	4	4	2	4	8	2	4	4			50			
		3		2			6		5	2	5	3	15		79	0,8	15
Cultural	Cambio en el ambiente social	4	2	2	1	2	4	2	2	4	4			39			
		3		2			6		5	2	5	3	15		79	0,8	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Valoración de impactos para la Movilización de equipos y maquinaria

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Movilización de equipos y maquinaria															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	4	2	2	4	1	4	4	1	1	2			37			
		3		2			6		1	0	3	7	15		46	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	4	2	2	4	1	4	4	1	1	2			37			
		3		2			6		1	0	3	7	15		46	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	0	3	5	5		21	0,4	12
Paisaje	Modificación de la fragilidad visual	2	2	4	4	4	4	8	2	1	1			42			
		2		2			6		5	0	1	5	5		50	0,4	29
Fauna	Atropellamiento de fauna	4	2	2	4	4	4	2	2	2	1			39			
		2		2			6		5	2	1	5	5		58	0,4	33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Valoración de impactos para la actividad Limpieza y descapote

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Limpieza y descapote															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2			19			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	2	2	4	1	1	4	1	1	2			22			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38

Continúa en la siguiente página

Continuación

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Limpieza y descapote															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	2	4	1	4	2	4	8	2	1	1			39			
		2		0			6		5	0	1	3	15		42	0,8	8
	Aparición o incremento de erosión hídrica superficial	2	1	1	4	1	1	8	1	1	4			28			
		2		0			2		1	0	5	7	15		25	1,0	0
	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	2	2	2	4	1	1	8	2	4	4			34			
		2		2			2		5	2	5	5	15		58	0,9	6
	Cambio en el régimen de escorrentía	2	2	1	4	1	1	8	2	1	4			30			
2			0			2		5	0	5	5	15		42	0,9	4	
Paisaje	Modificación de la calidad del fondo intrínseco	1	4	4	4	4	4	8	4	1	1			44			
		1		2			6		7	0	1	5	5		54	0,4	31
Paisaje	Modificación de la fragilidad visual	1	4	4	4	2	2	4	2	1	1			30			
		1		2			4		5	0	1	3	15		38	0,8	7
Cobertura vegetal	Presión y eliminación de la cobertura vegetal	1	4	1	4	4	4	4	2	1	1			35			
		1		0			6		5	0	1	5	5		38	0,4	21
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	4	2	2	4	4	4	4	2	2	1			41			
		3		2			6		5	2	1	5	5		63	0,4	36
	Destrucción de hábitat	4	2	2	4	4	4	4	2	2	1			41			
		3		2			6		5		1	5	5		54	0,4	31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Valoración de impactos para la actividad nivelaciones y relleno

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Nivelaciones y relleno															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2			19			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	2	2	4	1	1	4	1	1	2			22			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	7	5		29	0,5	14

Continúa en la siguiente página

Continuación

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Nivelaciones y relleno															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	7	5		67	0,5	32
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		2		2			7		5	2	1	5	5		63	0,4	36
	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	1	1	2	4	1	1	8	2	4	4			31			
		1		2			2		5	2	5	5	5		54	0,4	31
	Cambio en el régimen de escorrentía	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4			19			
		1		0			2		1		5	5	5		21	0,4	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Valoración de impactos para la actividad adquisición y transporte de materiales de construcción

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Adquisición y transporte de materiales de construcción															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	4	2	2	4	1	4	4	1	1	2			37			
		3		2			6		1	0	3	7	15		46	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	4	2	2	4	1	4	4	1	1	2			37			
		3		2			6		1	0	3	7	15		46	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	4	2	2	1	4	1	4	2	2	1			29			
		3		2			2		5	2	1	5	5		46	0,4	26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Valoración de impactos para la actividad excavaciones, cimentaciones y fundaciones

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Excavaciones, cimentaciones y fundaciones															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2			19			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	2	2	4	1	1	4	1	1	2			22			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Suelo	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	1	1	2	4	1	1	8	1	4	1			27			
		1		2			2		1	2	1	5	15		21	0,9	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Valoración de impactos para la actividad construcción de estructuras en concreto, vías internas y obras civiles

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Construcción de estructuras en concreto, vías internas y obras civiles															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2			19			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	2	2	4	1	1	4	1	1	2			22			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38

Continúa en la siguiente página

Continuación

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Construcción de estructuras en concreto, vías internas y obras civiles															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _(CAJN)	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Suelo	Aparición o incremento de erosión hídrica superficial	1	2	2	4	2	1	8	2	4	1			30			
		1		2			2		5	2	1	3	15		38	0,8	7
	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	1	1	2	4	1	1	8	2	4	4			31			
		1		2			2		5	2	5	5	15		54	0,9	5
	Cambio en el régimen de escorrentía	1	1	1	4	1	1	8	1	1	4			26			
		1		0			2		1	0	5	5	15		21	0,9	2
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	1	2	2	1	4	1	4	2	2	1			23			
		1		2			2		5	2	1	5	5		38	0,4	21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Valoración de impactos para la actividad Montaje electromecánico

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Montaje electromecánico															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _(CAJN)	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Valoración de impactos para la actividad limpieza y descapote bocatoma y conducción de agua

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Limpieza y descapote bocatoma y conducción de agua															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _(CAJN)	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2			19			
		1		2			2		1	0	3	7	15		21	1,0	0

Continúa en la siguiente página

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Limpieza y descapote bocatoma y conducción de agua															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I(CA)N	IRB(N)	I(NET)N
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	2	2	4	1	1	4	1	1	2			22			
		1		2			2		1	1	3	7	15		25	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	0	3	5	5		21	0,4	12
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	2	4	1	4	2	4	8	2	1	1			39			
		2		0			6		5		1	3	15		42	0,8	8
	Aparición o incremento de erosión hídrica superficial	2	1	1	4	1	1	8	1	1	1			25			
		2		0			2		1	0	1	5	15		8	0,9	1
Suelo	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	2	1	1	4	1	1	8	1	4	1			28			
		2		0			2		1	2	1	5	15		17	0,9	2
Paisaje	Modificación de la calidad del fondo intrínseco	1	4	4	4	4	4	8	4	1	1			44			
		1		2			6		7	0	1	5	5		54	0,4	31
	Modificación de la fragilidad visual	1	4	4	4	4	4	8	2	1	1			42			
		1		2			6		5	0	1	5	5		46	0,4	26
Cobertura vegetal	Presión y eliminación de la cobertura vegetal	1	4	2	4	4	4	4	2	2	1			37			
		1		2			6		5	2	1	5	5		54	0,4	31
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	1	2	2	4	4	4	4	2	2	1			35			
		1		2			6		5	2	1	5	5		54	0,4	31
	Destrucción de hábitat	1	2	2	1	4	1	4	2	2	1			23			
		1		2			2		5	2	1	5	5		38	0,4	21
	Alteración de la calidad hidrobiológica de las aguas	4	2	2	4	4	4	2	2	2	1			39			
		3		2			6		5	2	1	5	5		63	0,4	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Valoración de impactos para la actividad Limpieza y descapote bocatoma y conducción de agua

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Construcción bocatoma y conducción de agua															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2			19			
		1		2			2		1	0	3				21	0,0	22
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	2	2	4	1	1	4	1	1	2	7	15	22			
		1		2			2		1	0	3				21	0,0	22
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2	7	15	29			
		1		2			2		1	2	3				29	0,0	31
	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Paisaje	Modificación de la calidad del fondo intrínseco	1	4	2	4	4	2	8	2	1	1			34			
		1		2			4		5	0	1	5	5		38	0,4	21
	Modificación de la fragilidad visual	1	4	4	4	4	4	8	2	1	1			42			
		1		2			6		5	0	1	5	5		46	0,4	26
Cobertura Vegetal	Presión y eliminación de la cobertura vegetal	1	2	2	4	4	4	4	2	1	4			37			
		1		2			6		5	0	5	5	5		63	0,4	36
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	1	2	2	4	4	4	4	2	2	1			35			
		1		2			6		5	2	1	5	5		54	0,4	31
	Destrucción de hábitat	1	2	2	1	4	1	4	2	2	1			23			
		1		2			2		5	2	1	5	5		38	0,4	21
	Alteración de la calidad hidrobiológica de las aguas	4	2	2	4	4	8	4	2	2	2			54			
		3		2			7		5	2	3	5	5		75	0,4	43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Valoración de impactos para la actividad disposición de estériles y escombros

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Disposición de estériles y escombros															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	4	2	4	4	4	1	2	2	4			37			
		1		2			6		5	2	5	7	5		71	0,5	34
	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	4	2	2	1			53			
		3		2			7		5	2	1	7	5		67	0,5	32
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	1	4	1	4	8	4	8	2	1	1			43			
		1		0			6		5	0	1	5	5		38	0,4	21
	Aparición o incremento de erosión hídrica superficial	1	2	2	4	1	2	8	2	4	4			35			
		1		2			4		5	2	5	5	5		63	0,4	36
	Desestabilización taludes y generación de procesos de remoción en masa	1	2	2	4	1	2	8	2	4	4			35			
		1		2			4		5	2	5	5	15		63	0,9	6
	Cambio en el régimen de escorrentía	1	2	1	4	1	1	8	2	4	4			31			
		1		0			2		5	2	5	5	15		46	0,9	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Valoración de impactos para la actividad pruebas y puesta en marcha

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Pruebas y puesta en marcha															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	4	4	2	4	4	4	8	1	2	1			46			
		3		2			6		1	2	1	5	5		46	0,4	26
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	4	4	2	4	4	4	8	1	2	1			46			
		3		2			6		1	2	1	5	5		46	0,4	26
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	1			28			
1			2			2		1	2	1	5	5		21	0,4	12	
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales industriales	4	2	2	4	4	8	8	2	2	1			57			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Valoración de impactos para la actividad acopio y almacenamiento de carbón

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Acopio y almacenamiento de carbón															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado	1	4	2	4	4	4	8	2	2	4			44			
		1		2			6		3	2	5	5	5		63	0,4	36
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales industriales	4	2	2	4	4	8	8	2	2	1			57			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Suelos	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	1	4	1	4	8	4	8	4	1	1			45			
		1		0			6		7	0	1				46	0,0	48
	Presión y eliminación de la cobertura vegetal	4	4	2	4	4	8	4	2	2	4			58			
		3		2			7		5	2	5	5	5		83	0,4	48
Cobertura vegetal	Generación de patologías vegetales	1	2	2	4	1	1	2	2	2	1			21			
		1		2			2		5	2	1	5	15		38	0,9	4
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	1	4	2	1	4	4	4	2	2	2			35			
		1		2			6		5	2	3	5	5		63	0,4	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Valoración de impactos para la actividad acopio y almacenamiento combustibles líquidos

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Acopio y almacenamiento de combustibles líquidos															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	1	4	2	1	2	1	4	1	2	4			25			
		1		2			2		1	2	5	3	15		38	0,8	7
	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales industriales	4	2	2	4	4	8	8	2	2	1			57			
3			2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38	
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	1	4	1	4	8	4	8	4	1	1			45			
		1		0			6		7	0	1	1	0		46	0,0	46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Valoración de impactos para la actividad uso y disposición de aguas

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Uso y disposición de aguas															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales domésticas	1	2	2	4	4	8	8	2	2	4			54			
		1		2			7		5	2	5	5	5		75	0,4	43
	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	1	2	2	4	4	8	8	2	2	4			54			
		1		2			7		5	2	5	5	5		75	0,4	43
	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales industriales	1	2	2	4	4	8	8	2	2	4			54			
		1		2			7		5	2	5	5	5		75	0,4	43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Valoración de impactos para la actividad generación de energía

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Generación de energía															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de gases de combustión a la atmósfera	4	4	2	4	4	4	8	1	2	2			47			
		2		2			6		3	2	3	7	5		58	0,5	28
	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	4	4	2	4	4	4	8	1	2	2			47			
		2		2			6		1	2	3	7	5		50	0,5	24
	Incremento en el nivel de ruido	1	2	2	4	4	1	8	1	2	2			30			
		1		2			2		1	2	3	7	5		29	0,5	14
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales industriales	4	2	2	4	4	8	8	2	2	1			57			
		3		2			7		5	2	1	7	5		67	0,5	32
Paisaje	Modificación de la calidad del fondo intrínseco	2	4	4	4	4	4	12	4	4	1			53			
		2		2			6		7	2	1	7	5		67	0,5	32
Cobertura vegetal	Generación de patologías vegetales	4	4	2	4	4	4	1	2	2	2			41			
		2		2			6		5	2	3	7	5		67	0,5	32

Continúa en la siguiente página

Continuación

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Generación de energía															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I(CAJN)	IRB(N)	I(NEO(N))
Fauna	Ahuyentamiento de la fauna	4	4	2	1	4	1	4	2	2	2			32			
		2		2			2		5		3	7	5		42	0,5	20
	Alteración de la calidad hidrobiológica de las aguas	4	4	2	4	4	4	4	2	2	2			44			
		3		2			6		5	2	3	7	5		71	0,5	34
Demográfico	Cambio en la dinámica poblacional	2	4	4	4	2	4	8	2	4	4			48			
		3		2			6		5	2	5	7	5		79	0,5	38
	Cambio en la accidentalidad	2	4	1	4	1	4	1	2	1	4			34			
		2		0			6		5	0	5	7	5		58	0,5	28
	Riesgo de afectaciones a la salud	4	4	2	4	4	4	2	2	4	4			46			
		3		2			6		5	2	5	7	5		79	0,5	38
Político organizativo	Generación de expectativas	2	4	2	1	4	4	8	4	4	4			47			
		2		2			6		7	2	5	7	5		83	0,5	40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Valoración de impactos para la actividad manejo y disposición de cenizas y otros subproductos

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Manejo y disposición de ceniza y otros subproductos															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I(CAJN)	IRB(N)	I(NEO(N))
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	1	4	2	4	4	4	8	2	2	4			44			
		1		2			6		5	2	5	7	5		71	0,5	34
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de aguas residuales industriales	4	2	2	4	4	8	8	2	2	1			57			
		3		2			7		5	2	1	7	5		33	0,5	16
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	1	4	1	4	8	4	8	4	1	1			58			
		2		2			7		5	2	5	7	5		79	0,5	38
	Generación de patologías vegetales	1	2	2	4	1	1	2	2	2	1			21			
		1		2			2		5		1	5	15		29	0,9	3
Cobertura vegetal	Presión y eliminación de la cobertura vegetal	4	4	2	4	4	8	4	2	2	4			58			
		2		2			7		5	2	5	7	5		79	0,5	38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76. Valoración de impactos para la actividad Desmantelamiento de la Central

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Desmantelamiento de la central															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado	4	2	2	4	1	1	4	1	1	2			28			
		3		2			2		1	0	3	7	15		29	1,0	0
Paisaje	Modificación de la fragilidad visual	2	2	4	4	2	4	4	4	1	1			38			
		2		2			6		7	0	1	3	15		58	0,8	11
Demográfico	Cambio en la dinámica poblacional	2	2	4	4	2	4	1	2	4	1			36			
		2		2			6		5	2	1	5	5		58	0,4	33
Demográfico	Riesgo de afectaciones a la salud	2	1	2	4	1	4	1	2	1	1			29			
		2		2			6		5	0	1	5	15		50	0,9	5
Espacial	Cambio demanda de servicios públicos	12	4	2	4	8	1	8	4	1	1			59			
		4		2			2		7	0	1	1	0		50	0,0	46
Económico	Cambio en la oferta de bienes y servicios	2	4	2	4	4	4	2	4	1	1			38			
		2		2			6		7	0	1	5	5		58	0,4	33
	Cambio precios de bienes y servicios	2	1	1	1	2	1	8	2	1	1			24			
		2		0			2		5	0	1	3	15		25	0,8	5
	Cambio ingresos públicos	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4			46			
		2		2			6		7	2	5	5	5		83	0,4	48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Valoración de impactos para la actividad manejo y disposición de residuos

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Manejo y disposición de residuos															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado	1	4	2	4	4	4	1	2	2	4			37			
		1		2			6		5	2	5	5	5		71	0,4	40

Continúa en la siguiente página

Continuación

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Manejo y disposición de residuos															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Hídrico	Alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos	4	2	2	4	4	8	8	2	2	1			57			
		3		2			7		5	2	1	5	5		67	0,4	38
Suelo	Pérdida capa superficial suelo y potencial agrológico	1	4	1	4	8	4	8	4	1	1			45			
		1		0			6		7	0	1	1	0		46	0,0	46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Valoración de impactos para la actividad reconfiguración morfológica

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Reconfiguración morfológica															
		EX	PE	SI	EF	RB	IN	MO	RV	AC	PR	TR	E	Imp	I _{(CA)N}	IRB(N)	I _{NETO(N)}
Aire	Deterioro de la calidad de aire por emisión de material particulado a la atmósfera	4	2	2	4	1	1	4	1	1	2			28			
		3		2			2		1	0	5	7	15		38	1,0	0
	Incremento en el nivel de ruido	1	1	2	4	4	1	8	1	2	2			29			
		1		2			2		1	2	3	5	5		29	0,4	17

Fuente: Elaboración propia