



UNIVERSIDAD DE GRANADA
E.T.S. DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
ÁREA DE TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE

**ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DEL PROCESO DE
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN COLOMBIA.
PROPUESTAS DE MEJORA**

TESIS DOCTORAL

JOSÉ JAVIER TORO CALDERÓN

GRANADA, 2009

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: José Javier Toro Calderón
D.L.: GR 2291-2009
ISBN: 978-84-692-3093-0

UNIVERSIDAD DE GRANADA

**E.T.S. DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
ÁREA DE TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE**



**ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DEL PROCESO DE
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN
COLOMBIA. PROPUESTAS DE MEJORA**

TESIS DOCTORAL

JOSÉ JAVIER TORO CALDERÓN

GRANADA, MAYO 2009

TESIS DOCTORAL

ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN COLOMBIA. PROPUESTAS DE MEJORA



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. J. Toro'.

Fdo. D. José Javier Toro Calderón

Directores de Tesis:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'I. Requena'.

Fdo. D. Ignacio Requena Ramos

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Zamorano'.

Fdo. D^a. Montserrat Zamorano Toro

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'O. G. Duarte'.

Fdo. D. Oscar Germán Duarte Velazco

GRANADA, Mayo 2009

Este trabajo ha estado financiado por la Fundación CAROLINA de España, programa formación permanente de Doctores, la Universidad Nacional de Colombia y Proyecto de Excelencia, financiado por la Junta de Andalucía Sistema Inteligente para la Evaluación del Impacto Ambiental de las Actividades Humanas (SINTEIA) (TIC-02913).

DEDICATORIA

“Hay que poner un gran signo de interrogación sobre el valor de lo fácil; no solamente sobre sus consecuencias, sino sobre la cosa misma, sobre la predilección por todo aquello que no exige de nosotros ninguna superación, ni nos pone en cuestión, ni nos obliga a desplegar nuestras posibilidades” Estanislao Zuleta (Elogio a la dificultad)

A Dios, quien veo y siento todos los días en los ojos y la sonrisa de los niños y niñas de mi país, quienes solo piden una oportunidad para disfrutar de su inocencia y de un lugar donde sus sueños sean posibles.

A Juan José, quien ha logrado descifrar para mí el misterio de la vida cuando nos miramos en silencio, cuando nos reímos, cuando nos susurramos nuestro amor.

A Sergio, acompañante permanente de mis equivocaciones y aciertos, su comprensión ha sido fundamental para llevar a cabo cada cosa que me he propuesto.

A Gabriela, el amor hecho mujer, el equilibrio que me has dado me permitió renacer y creer que podía alcanzar los sueños que en un momento ya se habían perdido.

A mi madre, siempre estas allí sin límites, presta a disculpar mis errores y cargar mis problemas, te amo por todo lo que eres y haces.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, cuyo amor he sentido siempre, por las bendiciones recibidas y permitir conocer a quienes han creído en mí y me han enseñado a construir un proyecto de vida donde la dignidad humana está por encima de todo.

A Gabriela, por hacer parte de sus sueños y proyectos nuestro Amor y estar siempre a mi lado sin importar las circunstancias.

Al pueblo Colombiano, quien cada día lucha por construir un mejor país donde sus generaciones puedan tener las oportunidades que ellos no han tenido y donde el ser humano y su bienestar sea lo prioritario.

A la Universidad Nacional de Colombia, por la educación que me ha brindado y las oportunidades de formación y trabajo, todo lo que soy y tengo se lo debo a ella, y a los compañeros y compañeras del IDEA por acogerme en su grupo, brindarme su confianza y amistad y darme el apoyo incondicional para continuar mis estudios.

A la Fundación CAROLINA, institución que demuestra cómo es posible mediante la educación, ayudar a construir una América Latina con hombres y mujeres que viven dignamente en libertad y con capacidad de determinar y construir su devenir de manera soberana.

A la Universidad de Granada por la oportunidad que me ha dado para educarme en la investigación y el respeto a las formas de pensamiento.

Al Profesor Ignacio Requena, su integridad humana me ha dejado una impronta permanente, maestro que ama profundamente la enseñanza y guía el aprendizaje de sus estudiantes de manera paciente sin sacrificar las exigencias. Gracias por creer en mí, por creer en el pueblo Colombiano y darnos la oportunidad de crecer, su mejor forma de enseñar es el ejemplo y la admiración que le tenemos.

A la Profesora Montserrat Zamorano, sus calidades académicas, su profunda dedicación al quehacer de los estudiantes y la comprensión de las dificultades, son los mayores aportes a la formación que he recibido en este proceso. Su colaboración fue fundamental para generar las ideas que en esta memoria se discuten, su paciencia para corregir y mejorar el trabajo cotidiano es lo que hizo posible que no dudara en continuar a pesar de las adversidades.

Al profesor Oscar Duarte, quien demuestra en su trabajo como docente e investigador que lo más importante es estar siempre presto a escuchar las iniciativas de sus estudiantes y convertirlas en realidades académicas, gracias por creer en este proyecto de investigación, colaborar en su desarrollo, ofrecerme su amistad y guiarme hacia la Universidad de Granada cuando sentí que esta idea no podría llevarse a cabo.

A Sergio y Juan José, mis hijos, por ser gran parte de la razón de mi existir, disculpar mis largas ausencias y demostrarme su Amor.

A Satoria, Deiby, Luis, Estefanía y Christian mi familia en España, por recibirnos en su hogar y darnos el apoyo que se requiere en los momentos más difíciles.

RESUMEN

Colombia es catalogada como uno de los países más ricos en diversidad biológica y cultural. No obstante, este inmenso potencial está siendo amenazado, entre otros factores, por las actividades de producción de bienes y servicios del país. Como estrategia para tratar el problema, el estado Colombiano asumió legal y socialmente los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como una herramienta primordial para frenar y prevenir el deterioro de sus recursos naturales y el bienestar de la nación.

El análisis detallado de la legislación Colombiana y de otros países permite observar que desde su entrada en vigor en 1994, el proceso de EIA ha disminuido su eficacia si se compara, aplicando estándares evaluativos internacionales, con países de América Latina, Norte América y Europa. Las debilidades fundamentales se relacionan con la discriminación en la participación pública, limitados sistemas de auditoría y control y la falta de una metodología oficial que sirva de referencia para la valoración de los impactos; en consecuencia el proponente de los proyectos utiliza la metodología que mayor garantía le proporciona a sus expectativas de optimismo.

Ante esta problemática, en el desarrollo de este trabajo se propone y evalúa el uso genérico de la metodología cualitativa o crisp con una serie de modificaciones que disminuyan las incertidumbres que este tipo de metodologías presenta. Las modificaciones propuestas se relacionan con la inclusión en el cálculo de la Importancia de los Impactos del atributo Posibilidad de Ocurrencia y de dos Importancias, concretamente la Vulnerabilidad de los Factores Ambientales y la Importancia de la Actividad, relacionada con el Impacto Ambiental Potencial de las Actividades. Para ello ha sido necesario un estudio detallado del estado del ambiente en Colombia, así como la generación de indicadores y mapas del estado de los factores ambientales y de una estimación general de los Impactos ambientales potenciales de las actividades que requieren EIA. Como resultado se propone una modificación de la ecuación que permite el cálculo de la Importancia de los Impactos; la nueva ecuación quedará determinada, de forma ponderada, a partir de los valores de la Importancia generada por el método crisp y a la que se ha denominado denominada Importancia del Proyecto y las dos Importancias relacionados con la Vulnerabilidad de los factores ambientales.

La aplicación de la metodología modificada ha presentado diferencias significativas en los valores de Importancia del impacto ha permitido clasificar especialmente impactos catalogados como Irrelevantes en las categorías moderadas y severas, lo que les obligaría a ser incluidos en los planes de manejo, mientras que con el método original no eran tenidos en cuenta, también se ha permitido identificar de manera más precisa, y de acuerdo a las características del sitio donde se ejecuta el proyecto, las actividades que han generado más impacto, así como los factores más impactados. El uso de indicadores del estado del medio y de las características de las actividades, ha hecho que la metodología crisp sea más sensible, lo que ha permitido observar diferencias en los valores de la Importancia de los impactos dependiendo de la vulnerabilidad de los factores ambientales en los sitios donde se desarrolla actividad.

ABSTRACT

Colombia has been catalogued one of the most biologically diverse and culturally rich lands in the world. This wealth however is being threatened by activities like the production of goods and services in the country. The Colombian State undertook the task, legally and socially, to implement Environmental Impact Assessment (EIA) procedures in order to stop or prevent further degradation of natural resources and the population's wellbeing. These procedures are known as **Environmental Licensing**.

From the time these laws were enacted in 1994, EIA-related regulations have diminished their efficacy. Compared to environmental assessment international standards in Latin-America, North America and Europe, mayor weaknesses are to be found in discriminatory practices for public participation; limited audit and control systems; and lack of an official assessment reference methodology to evaluate impacts. This means that project proponents choose those methodologies best suiting their expectations.

With this situation in mind, the generic use of a modified qualitative or "crisp" methodology is proposed, which would diminish the uncertainties present in these types of methodologies. The modifications include within the Magnitude of Impacts calculation, the Likelihood of Occurrence attribute, two magnitudes relating to Environmental Factors Vulnerability (ImpVul) and the Magnitude of the Activity (ImpAct) regarding Potential Environmental Impact of the Activities. The impact assessment equation is to be modified to allow for the Magnitude of Impacts calculation, and weighed according to the Magnitude values emitted by the crisp method named Magnitude of the Project (ImpPro) and the two magnitudes related to environmental factors vulnerabilities.

Application of the modified methodology results in significantly different values for Magnitude of Impacts, reclassifying impacts previously deemed irrelevant, in the moderate or severe impact categories. These impacts should then be included into management plans, even if with the original method they were not taken into consideration. Likewise, those activities causing the greatest impacts and those factors affected the most are identified more precisely and according to the characteristics of the project's site.

The use of environmental indicators and characterization of activities makes the crisp methodology more sensitive to observe differences in the Magnitude of Impacts values depending on the vulnerability of environmental factors in the sites where the activity is developed

LISTA DE ABREVIATURAS

AGS	Capacidad Agrologica del Suelo
AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburra
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CA	Calidad del Aire
CCAD	Comisión Centro Americana de Ambiente y Desarrollo
CBD	Convenio de Diversidad Biológica
CED	Centro de Estudios Para el Desarrollo
CE	Comunidad Europea
CEE	Comunidad Económica Europea
CEPAL	Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina
CEQ	Council of Environmental Quality
CGR	Contraloría General de la República
CAS	Calidad del Agua Superficial
CIF	Coficiente de Importancia del Factor
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CORPOBOYACÁ	Corporación Autónoma Regional de Boyacá
CARDER	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
CDMB	Corporación Autónoma Regional de la Meseta de Bucaramanga
CORPOGUAJIRA	Corporación Autónoma Regional de la Guajira
CORNARE	Corporación Autónoma Regional de los Ríos Negro y Náre
CORPAMAG	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
CORPOCALDAS	Corporación Autónoma Regional de Caldas
CORPONOR	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
CORTOLIMA	Corporación Autónoma Regional del Tolima
CRC	Corporación Autónoma Regional del Cauca
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

CAS	Corporación Autónoma Regional de Santander
CORANTIOQUIA	Corporación Autónoma Regional de Antioquia
CRQ	Corporación Autónoma Regional del Quindío
CAM	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
CORPOCESAR	Corporación Autónoma Regional del Cesar
CORPOAMAZONIA	Corporación Autónoma Regional de la Amazonia
CORPORINOQUIA	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia
CORMACARENA	Corporación para el desarrollo sostenible del área de la Macarena
CDA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico
CARDIQUE	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique
CARSUCRE	Corporación Autónoma Regional de Sucre
CORPOMOJANA	Corporación para el desarrollo sostenible de la Mojana y el San Jorge
CVS	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge
CSB	Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar
CORPOURABA	Corporación Autónoma Regional de Uraba
CORPOCHOCO	Corporación Autónoma Regional del Choco
COPROCHIVOR	Corporación Autónoma Regional de Chivor
COPROGUAVIO	Corporación Autónoma Regional del Guavio
CORPONARIÑO	Corporación Autónoma Regional de Nariño
CUS	Cambio de Uso del Suelo
DAA	Diagnostico Ambiental de Alternativas
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DAGMA	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente
DAMAG	Departamento Administrativo de medio Ambiente de Barranquilla
DAMA	Departamento Administrativo del Medio Ambiente
DIMAR	Dirección Marítima y Portuaria
DF	Diversidad de fauna
DFL	Diversidad de Flora
DRAE	Diccionario de la Real Academia Española

ECE	Comisión Económica Europea
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EIAE	Evaluación de Impacto Ambiental Estratégica
EMP	Empleo
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
EsA	Estudio Ambiental
ETS	Escuela Técnica Superior
HF	Hábitat de Fauna
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
EPM	Empresas Públicas de Medellín-Colombia
IDEAM	Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
ImpAct	Importancia de la Actividad
ImpVul	Importancia de la Vulnerabilidad de los factores ambientales
ImpPro	Importancia del Proyecto
ImpTotal	Importancia Total del Impacto
LA	Licencia Ambiental
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MOPU	Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España
NEPA	National Environment Policy Act
ONU	Organización de la Naciones Unidas
PBS	Patrones de Bienestar Social
PBE	Patrones de Bienestar Económico

PM₁₀	Partículas Menores a 10 Micras
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PO	Población
RDL	Real Decreto Ley
RE	Recursos Educativos
SECAB	Secretaria Convenio Andrés Bello
SI	Sin Información
SIA	Sistema de Información Ambiental de Colombia
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SPU	Salud Pública
SS	Seguridad Social
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UE	Unión Europea
UIP	Unidades de Importancia
UIP_{IAP}	Unidades de Importancia del Impacto Ambiental Potencial
UNDP	United Nations Development Programme
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
V_A	Vulnerabilidad Alta
V_{MA}	Vulnerabilidad Moderada Alta
V_{MB}	Vulnerabilidad Moderada Baja
V_B	Vulnerabilidad Baja

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS	33
1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES	39
1.1 INTRODUCCION.....	42
1.1.2 Impacto Ambiental.....	45
1.1.3 Evaluación de Impacto Ambiental	48
1.1.4 Contexto Histórico de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	50
1.2 METODOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	52
1.2.1 Clasificación de Metodologías.....	53
1.2.2 Matriz de Leopold	61
1.2.3 Listas de chequeo o checklist	69
1.2.4 Metodología Battelle – Columbus	72
1.2.5 Metodología de las Empresas publicas de Medellín Colombia.....	77
1.2.6 Metodología de la Valoración Cualitativa	80
1.2.7 Valoración cualitativa con análisis por técnicas difusas. Aplicación de la Lógica Difusa en la EIA	93
2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN COLOMBIA. ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA	103
2.1 ÁMBITO CONCEPTUAL.....	106
2.1.1 Procedimiento para el otorgamiento de Licencia Ambiental	107
2.2 ÁMBITO JURÍDICO.....	109
2.2.1 Decreto 1753 de 1994.....	112
2.2.2 Decreto 1728 de 2002.....	114
2.2.3 Decreto 1180 de 2003.....	115
2.2.4 Decreto 1220 de 2005.....	116
2.2.5 Términos de referencia para la elaboración de EsIA	116
2.2.6 Manuales para la Evaluación de Estudios Ambientales	121
2.3 PRINCIPIOS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE EIA	121
2.3.1 Evaluación de la Efectividad de los sistemas de EIA.....	125
2.3.2 Principios de buenas prácticas en la EIA.....	127
2.3.3 Principio de efectividad de procesos de EIA.....	129
2.3.4 Modelo de factores nacionales e internacionales que afectan el Sistema de EIA	130
2.3.5 Modelo de Wood	131
2.3.6 Análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) del sistema de EIA	133

2.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA EIA EN COLOMBIA	133
2.4.1 Modelo de evaluación del sistema de EIA Colombiano	134
2.4.2 Resultados de la Evaluación del sistema de EIA de Colombia	137
2.4.3 Análisis crítico del sistema de EIA de Colombia	152
2.5 PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO DE EIA EN COLOMBIA	153
3. LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL	155
3.1 EIA EN ARGENTINA	158
3.1.1 Conceptualización de la EIA	158
3.1.2 Actividades obligadas al proceso de EIA	158
3.1.3 Guía para la valoración de Impactos ambientales	160
3.1.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA.....	160
3.2 EIA EN CHILE	161
3.2.1 Conceptualización de la EIA	161
3.2.2 Actividades obligadas al proceso de EIA	161
3.2.3 Guía para la valoración de impactos ambientales	162
3.2.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA.....	163
3.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN CENTRO AMÉRICA	164
3.3.1 Conceptualización de la EIA	164
3.3.2 Guía para la valoración de impactos ambientales	164
3.3.3 Participación ciudadana en el proceso de EIA.....	165
3.4 EIA EN ESPAÑA	167
3.4.1 Conceptualización de la EIA	167
3.4.2 Actividades obligadas al proceso de EIA	167
3.4.3 Guía para la valoración de impactos ambientales	170
3.4.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA.....	170
3.5 EIA EN CANADA	171
3.5.1 Conceptualización de la EIA	172
3.5.2 Actividades obligadas al proceso de EIA	175
3.5.3 Guía para la valoración de impactos ambientales	176
3.5.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA.....	177
3.6 EIA EN ALEMANIA	179
3.6.1 Conceptualización de la EIA	180
3.6.2 Actividades obligadas al proceso de EIA	180
3.6.3 Guía para la valoración de impactos ambientales	184
3.6.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA.....	185
3.7 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS PROCESOS DE EIA EN LOS PAÍSES ESTUDIADOS	185

4. PROPUESTA DE MODIFICACION DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA	191
4.1 BASES GENERALES DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL PROCESO DE EIA EN COLOMBIA	194
4.2 MODIFICACIÓN DE LA ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA DEL PROYECTO INCLUYENDO EN ATRIBUTO POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	197
4.2.1 Determinación de la Posibilidad de Ocurrencia	199
4.2.2 Cálculo de la Importancia del Proyecto.....	199
4.3 CALCULO DE LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD	200
4.3.1 Determinación cualitativa del IAP de las actividades que requieren del proceso de EIA..	203
4.3.2 Valores Cuantitativos derivados del IAP para Calcular la Importancia de la Actividad (ImpAct)	214
4.3.3 Cálculo de la importancia de la actividad (ImpAct) a partir del impacto ambiental potencial para una actividad en particular	215
4.4 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA DE LA VULNERABILIDAD DEL AMBIENTE	216
4.4.1 Determinación cualitativa de la Importancia de la vulnerabilidad de los factores ambientales	224
4.4.2 Valores cuantitativos de la Vulnerabilidad de los factores ambientales	241
4.4.3 Cálculo de la Importancia de la Vulnerabilidad a partir de la Vulnerabilidad cualitativa de los factores ambientales para algunos Departamentos de Colombia	241
4.5 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA TOTAL DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	245
4.6 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MODIFICADA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA TOTAL DE LOS IMPACTOS	248
4.6.1 Características del proyecto/Actividad	249
4.6.2 Identificación de impactos ambientales.....	250
4.6.3 Cálculo de la ImpPro del proyecto exploración petrolera.....	251
4.6.4 Aplicación de la ecuación modificada para el cálculo de la ImpPro, incluyendo el atributo Posibilidad de Ocurrencia.....	253
4.6.5 Inclusión del ImpAct e ImpVul en el cálculo del Impacto Total de los impactos.....	257
4.6.6 Identificación de Factores ambientales más afectados por el proyecto, utilizando la ImpTotal Ponderada.....	261
4.6.7 Identificación de las actividades más impactantes del proyecto, utilizando la ImpTotal Ponderada y la ImpTotal Modificada-Ponderada.....	265
5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	267
5.1 CONCLUSIONES.....	269
5.2 TRABAJOS FUTUROS.....	271
6. BIBLIOGRAFIA.....	273

ANEXO 1: ESTADO DEL AMBIENTE EN COLOMBIA.....	305
A1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE COLOMBIA	307
A1.2 CLIMA.....	309
A1.2.1 Precipitación.....	309
A1.2.2 Temperatura.....	311
A1.3 CALIDAD DEL AIRE.....	312
A1.4 CALIDAD DEL AGUA.....	313
A1.5 ESTADO DEL SUELO	314
A1.6 COBERTURA VEGETAL DEL TERRITORIO	315
A1.7 BIODIVERSIDAD.....	316
ANEXO 2: EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA	319
A2.1 VULNERABILIDAD DE LA FLORA Y FAUNA COLOMBIANA.....	322
A2.1.1 Número de especies amenazadas Nivel de Corporaciones Autónomas Regionales	324
A2.1.2 Estimación de la Vulnerabilidad para la Biodiversidad de Fauna y Flora en Colombia ..	325
A2.1.3 Estimación de Vulnerabilidad del hábitat de la Fauna.....	342
A2.2 VULNERABILIDAD CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	352
A2.3 VULNERABILIDAD DEL SUELO.....	361
A2.3.1 Cambio de Uso del suelo.....	361
A2.3.2 Estimación de la Vulnerabilidad para el cambio de uso del suelo.....	365
A2.3.3 Vulnerabilidad para la Capacidad Agrologica del suelo	373
A2.3.4 Estimación de la Vulnerabilidad de los suelos relacionada con la Capacidad Agrologica	375
A2.4 VULNERABILIDAD DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	383
A2.4.1 Estimación de la Vulnerabilidad de la Seguridad Social.....	383
A2.4.3 Estimación de la Vulnerabilidad para la educación en Colombia.....	398
A2.4.4 Estimación de la Vulnerabilidad para el factor Población.....	407

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etimología de la Palabra Ambiente.....	44
Figura 2. Esquema que representa el concepto de Ambiente.....	45
Figura 3. Esquema del concepto de impacto ambiental.....	47
Figura 4. Esquema recomendado para el desarrollo de actividades complementarias de la matriz de Leopold.....	62
Figura 5. Calificación de la Magnitud y la Importancia de los impactos en la metodología de Leopold.....	67
Figura 6. Sistema de ponderación de factores propuesto por el método de Battelle para proyectos hidráulicos.....	73
Figura 7. Grafica de la función de transformación para Oxígeno Disuelto en agua.....	76
Figura 8. Fragmento del Diagrama de flujo o de redes para la identificación de impactos ambientales utilizado en la metodología de las EPM.....	78
Figura 9. División de los componentes ambientales en la metodología de valoración cualitativa.....	82
Figura 10. División de los componentes del proyecto en la metodología de valoración cualitativa.....	85
Figura 11. Variable lingüística Importancia del impacto.....	95
Figura 12. Árbol de división de los factores.....	96
Figura 13. Árbol de división de las acciones del proyecto.....	97
Figura 14. Esquema que explica el concepto de LA en Colombia.....	107
Figura 15. Esquema detallado del ámbito de jurisdicción de las autoridades ambientales en Colombia para la expedición de la LA.....	108
Figura 16. Esquema del trámite administrativo para la obtención de LA en Colombia.....	110
Figura 17. Esquema del Contenido de los Estudios Ambientales en Colombia.....	111
Figura 18. Estructura general de los términos de referencia para la elaboración de EsIA en Colombia.....	123
Figura 19. Interacción de criterios para Evaluar el proceso de EIA en Colombia.....	137
Figura 20. Esquema general de la metodología genérica para la EIA de Colombia.....	197
Figura 21. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en Colombia.....	231
Figura 22. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región del Pacífico Colombiano.....	232
Figura 23. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región de la Amazonia Colombiana.....	233
Figura 24. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región Caribe Colombiana.....	234
Figura 25. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región Andina Colombiana.....	235
Figura 26. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región de la Orinoquia Colombiana.....	236

Figura 27. Comparación de la Importancia de la Vulnerabilidad en algunos Departamentos de Colombia.....	244
Figura 28. Comparación de la Importancia de la Actividad e Importancia de la Vulnerabilidad para el proyecto/actividad Operación de Rellenos Sanitarios en el Departamento del Chocó	247
Figura 29. Localización de los proyectos de exploración petrolera	250
Figura 30. Distribución de las categorías de los impactos incluyendo	254
el atributo PO en el cálculo de la ImpPro.....	254
Figura 31. Efecto de la utilización de diferentes metodologías para el Cálculo de la Importancia del Impacto.....	260
Figura 32. Importancia del Impacto Alteración de la calidad del agua superficial generado por diferentes actividades del proyecto Exploración petrolera, utilizando diferentes propuestas metodológicas	261
Figura 33. Impacto Total Ponderado de los Factores Ambientales utilizando la metodología cualitativa original y la modificada.....	264
Figura 34. Impacto Total Ponderado de las Acciones utilizando la metodología cualitativa original y la modificada	266
Figura 35. Ubicación geográfica y de las regiones naturales de Colombia	308
Figura 36. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en Colombia	328
Figura 37. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región Caribe Colombiana.....	329
Figura 38. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región Andina Colombiana	330
Figura 39. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región de la Amazonia Colombiana	331
Figura 40. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región de la Orinoquia Colombiana	332
Figura 41. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región del Pacífico Colombiana	333
Figura 42. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en Colombia	336
Figura 43. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región Caribe Colombiana.....	337
Figura 44. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región Andina Colombiana	338
Figura 45. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región de la Amazonia Colombiana	339
Figura 46. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región de la Orinoquia Colombiana	340
Figura 47. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región del Pacífico Colombiano	341
Figura 48. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en Colombia.....	346
Figura 49. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región del Caribe Colombiano	347
Figura 50. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región Andina Colombiana	348
Figura 51. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región de la Amazonia Colombiana	349
Figura 52. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región de la Orinoquia Colombiana	350

Figura 53. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región del Pacífico Colombiano	351
Figura 54. Ubicación Zonas Hidrográficas de Colombia	353
Figura 55. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en Colombia	357
Figura 56. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región Caribe Colombiana	358
Figura 57. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región Andina Colombiana	359
Figura 58. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región del Pacífico Colombiano ..	360
Figura 59. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región de la Orinoquia Colombiana	361
Figura 60. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región de la Amazonia Colombiana	362
Figura 61. Participación relativa de los grados de intensidad en las tierras con conflictos de uso por sobreutilización en Colombia (IGAC, CORPOICA, 2002)	363
Figura 62. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en Colombia	368
Figura 63. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región Caribe Colombiana	369
Figura 64. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la	370
Región Andina Colombiana	370
Figura 65. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la	371
Región Pacífica Colombiana	371
Figura 66. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la	372
Región de la Orinoquia Colombiana	372
Figura 67. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región de la Amazonia Colombiana	373
Figura 68. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en Colombia	379
Figura 69. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región Caribe Colombiana	380
Figura 70. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región Andina Colombiana	381
Figura 71. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región Pacífica Colombiana	382
Figura 72. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región de la Orinoquia Colombiana	383
Figura 73. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región de la Amazonia Colombiana	384
Figura 74. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida en Colombia	387
Figura 75. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región Caribe Colombiana	388
Figura 76. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región Andina Colombiana	389
Figura 77. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región del Pacífico Colombiana	390

Figura 78. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región de la Orinoquia Colombiana	391
Figura 79. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región de la Amazonia Colombiana	392
Figura 80. Vulnerabilidad relacionada con el empleo en Colombia.....	394
Figura 81. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región Caribe Colombiana	395
Figura 82. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región Andina Colombiana	396
Figura 83. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región del Pacífico Colombiana	397
Figura 84. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región de la Orinoquia Colombiana	398
Figura 85. Promedio de años de estudio para la población mayor de 15 años en los Departamentos de Colombia	400
Figura 86. Vulnerabilidad relacionada con la educación en Colombia	403
Figura 87. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región Caribe Colombiana	404
Figura 88. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región Andina Colombiana.....	405
Figura 89. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región del Pacífico Colombiana.....	406
Figura 90. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región de la Orinoquia Colombiana	407
Figura 91. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional en Colombia.....	411
Figura 92. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región Caribe Colombiana	412
Figura 93. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región Andina Colombiana	413
Figura 94. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región del Pacífico Colombiana	414
Figura 95. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región de la Orinoquia Colombiana	415
Figura 96. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región de la Amazonia Colombiana	416

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación del concepto EIA, en Colombia y el Contexto Internacional.....	50
Tabla 2. Tipos de metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales propuestas por Canter y Sadler	58
Tabla 3. Uso relativo en los estudios de impacto ambiental de las metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales	59
Tabla 4. Elementos ambientales que pueden ser afectados por un proyecto o una actividad en el modelo de Leopold	63
Tabla 5. Acciones con Impacto Ambiental Potencial en el modelo de Leopold.....	65
Tabla 6. Matriz (fragmento) para la evaluación de los impactos ambientales en el metodología de Leopold.....	68
Tabla 7. Ejemplo de lista de chequeo simple.....	70
Tabla 8. Ejemplo de lista de chequeo simple, tipo cuestionario	71
Tabla 9. Ejemplo (fragmento) de lista de chequeo descriptiva	71
Tabla 10. Formulario (fragmento) para la valoración de impactos mediante el método de Battelle.....	74
Tabla 11. Rangos y valoración de los criterios de evaluación usados por EPM para proyectos hidroeléctricos	81
Tabla 12. División detallada de los componentes ambientales en la metodología	83
de valoración cualitativa	83
Tabla 13. Matriz de Identificación de impactos	86
Tabla 14. Calificación de los atributos de los Impacto en la metodología cualitativa	90
Tabla 15. Rangos de calificación de los impacto ambientales en la metodología cualitativa.....	91
Tabla 16. Ponderación de los Factores Ambientales en la metodología cualitativa.....	91
Tabla 17. Matriz para la valoración de la importancia del impacto	92
Tabla 18. Ecuaciones para el cálculo detallado de la importancia de los impactos	93
Tabla 19. Indicadores difusos para el cálculo de la importancia de los impactos	99
Tabla 20. Sectores y/o actividades obligados a la solicitud de Licencia Ambiental, Decreto 1220 de 2005, 1728 de 2002, 1180 de 2003 y 1220 de 2005	117
Tabla 21. Proyectos o actividades de la producción de bienes y servicios con disponibilidad de términos de referencia para la elaboración de EsIA	122
Tabla 22. Resumen comparativo de los términos de referencias vigentes y derogados, para los Estudios Ambientales en Colombia.....	124
Tabla 23. Criterios propuestos por Wood, 2003a, para la evaluación de	132
Sistemas de EIA	132
Tabla 24. Criterios para la Evaluación del Proceso de EIA en Colombia	138
Tabla 25. Efectos o circunstancias de los proyectos o actividades que están obligados a presentar EsIA en Chile	163
Tabla 26. Modelo genérico de valoración de impactos ambientales recomendado por la administración ambiental en Costa Rica	166

Tabla 27. Comparación del Proceso de EIA en Colombia y en otros países	187
Tabla 28. Comparación del Proceso de EIA en Colombia y en otros países utilizando la metodología de Wood, (2003a).....	188
Tabla 29. Valores sugeridos para la Posibilidad de Ocurrencia	200
Tabla 30. Valores de IAP para asignación de ponderación de actividades.....	203
Tabla 31. Factores ambientales incluidos en el análisis del IAP de las actividades.....	203
Tabla 32. Formulario utilizado para la consulta a expertos sobre el IAP de las actividades obligadas al proceso de EIA en Colombia.....	205
Tabla 33. Asignación de valores cualitativos del IAP para las actividades que requieren del proceso de EIA en Colombia.....	207
Tabla 34. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de las actividades	214
Tabla 35. Calculo de la ImpAct para la Actividad operación de rellenos sanitarios.....	215
Tabla 36. Funciones del ecosistema.....	220
Tabla 37. Bienes y servicios que proveen los ecosistema.....	221
Tabla 38. Clasificación de la Vulnerabilidad Eco-Ambiental para el diagnostico de la cuenca del Río Amarillo (China).....	223
Tabla 39. Rangos del ICA y de la asignación de la Vulnerabilidad del aire en Colombia	227
Tabla 40. Comparación de Límites permisibles para contaminantes atmosféricos en Colombia, OMS y la UE	228
Tabla 41. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Atmósfera de Colombia por Corporaciones Autónomas.....	229
Tabla 42. Asignación de valores cualitativos de la Vulnerabilidad general para factores ambientales en Colombia.....	237
Tabla 43. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de Vulnerabilidad de los factores ambientales	241
Tabla 44. Cálculo de la ImpVul de los Factores ambientales de algunos Departamentos de Colombia	242
Tabla 45. Comparación de la Importancia de la Actividad y la Importancia de Vulnerabilidad para el proyecto/Actividad Operación de Rellenos Sanitarios (Vertederos) en el Departamento del Chocó .	246
Tabla 46. Importancia de los impactos del proyecto Operación de Rellenos Sanitarios (Actividad Disposición de residuos en la Celda) en el Departamento del Chocó.....	248
Tabla 47. Identificación de impactos significativos en el proyecto exploración petrolera.....	252
Tabla 48. Rangos de calificación de la ImpPro proyecto exploración petrolera	253
Tabla 49. Importancia del Proyecto sin incluir el atributo PO	255
Tabla 50. Importancia del Proyecto incluyendo el atributo PO	256
Tabla 51. Distribución porcentual de las categorías de los impactos utilizando diferentes metodologías para el Cálculo de la Importancia del Impacto	257
Tabla 52. ImpTotal Departamento Casanare	258
Tabla 53. ImpTotal Departamento Chocó	259

Tabla 54 Valores de las UIP para el proyecto exploración petrolera ubicado en los Departamento de Casanare y Chocó.....	262
Tabla 55. Número y porcentaje de Especies de Flora y Fauna en Colombia con respecto al nivel mundial.....	323
Tabla 56. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad de la Fauna y la Flora de Colombia.....	326
Tabla 57. Estimación de la Vulnerabilidad para la Diversidad de fauna por Corporaciones Autónomas	326
Tabla 58. Estimación de la Vulnerabilidad para la Diversidad de Flora por Corporaciones Autónomas	334
Tabla 59. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad del hábitat de la Fauna de Colombia.....	343
Tabla 60. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Hábitat de fauna por Corporaciones Autónomas	344
Tabla 61. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para la Calidad del agua superficial en Colombia.....	355
Tabla 62. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Calidad del Agua de los Departamentos de Colombia.....	355
Tabla 63. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad por Sobre Uso del suelo en Colombia....	365
Tabla 64. Estimación de la Vulnerabilidad relacionada con el Sobre uso del Suelo para los Departamentos de Colombia.....	366
Tabla 65. Distribución de la vocación de uso de los suelos en Colombia	374
Tabla 66. Estimación de la Vulnerabilidad para capacidad agroecológica del Suelo de los Departamentos de Colombia.....	377
Tabla 67. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para ICV en Colombia.....	385
Tabla 68. Estimación de la Vulnerabilidad para ICV de los Departamentos de Colombia	386
Tabla 69. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para el empleo en Colombia.....	392
Tabla 70. Estimación de la Vulnerabilidad para el empleo de los Departamentos de Colombia	393
Tabla 71. Calificación del progreso educativo en Colombia entre 2000 y 2005.....	400
Tabla 72. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para la educación en Colombia	401
Tabla 73. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Educación de los Departamentos de Colombia	401
Tabla 74. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para la educación en Colombia	409
Tabla 75. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Densidad Poblacional por Corporaciones Autónomas.....	409

INTRODUCCIÓN. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es considerada a nivel mundial una herramienta de gestión, que busca prevenir y mitigar los impactos potenciales que las actividades o proyectos pueden generar en el medio (Wathern, 1994; Ley 99 de 1993; Sadler, 1996; Wood, 2003; Decreto 1220 de 2005). En Colombia la EIA se introduce en la legislación con la entrada en vigor del Decreto 1728 de 1994 y se formaliza en 1993 con la Ley 99 y los sucesivos decretos reglamentarios del 1753 de 1994 hasta el 1220 de 2005.

No obstante, a diferencia de los procesos de EIA en otros países, la eficiencia de la EIA en Colombia no parece cumplir adecuadamente con los objetivos para los cuales fue creada (CGR, 2005). No está claro que existan metodologías oficiales para la valoración de los impactos, que la participación pública esté generalizada, ni que se cumplan los compromisos concertados en tratados internacionales como el de Ambiente y Desarrollo, Convenio de Diversidad Biológica y Cambio Climático; a esta situación hay que sumar la existencia de unos mecanismos de control que no pasan de moderados.

Por otro lado, las metodologías de EIA aplicadas en muchos países, no tienen en cuenta las diferencias entre áreas ecosistémicas, utilizando el mismo sistema de ponderación para la importancia de los impactos, sin considerar que las características del medio y la actividad pueden afectar de forma diferente, según el ecosistema del entorno. Colombia es un país muy rico en diversidad, y este aspecto adquiere especial relevancia; no es lo mismo el impacto de una carretera en el área amazónica que en la zona del pacífico. Por tanto, dada la diversidad de sistemas ecológicos existente, y la enorme diferencia entre ellos, se considera necesario establecer sistemas de ponderación diferenciados para los distintos ecosistemas colombianos, sobre todo en lo que afecta a la importancia de los posibles impactos y si es posible, también sobre las acciones correctoras.

El análisis de la situación actual de la EIA en Colombia con una perspectiva científica dirigida a comprobar si se cumplen los requisitos mínimos para que el proceso de EIA sea efectivo y, si se alcanza el objetivo básico de protección del medio ambiente, facilitará la propuesta de mejoras del proceso en este país, dirigidas al cumplimiento de los requisitos establecidos. Este proceso se ha desarrollado en otros países, tanto siguiendo criterios generales, como específicos para el país de referencia, por ejemplo: Taiwán (Leu et al, 1996); Estonia y Noruega (Holm-Hansen, 1997); Reino Unido, Alemania, España, Bélgica, Dinamarca, Grecia, Irlanda, y Portugal (Barker and Wood, 1999); Estados Unidos y Canadá (Clark and Richards, 1999); República de Maldivias (Annandale, 2000); Egipto, Turquía y Túnez (Ahmad and Wood, 2002); Oriente Medio y Norte de África (El-Fadl and El-Fadel, 2004); Estado Fiji del Pacífico Sur (Turnbull, 2002); Grecia (Androulidakis and Karakassis, 2006); India (Paliwal, 2006) y Sri Lanka (Samarakoon, 2008).

El ajuste en el sistema de EIA se considera urgente y prioritario, debido al estado de deterioro de los recursos naturales y el bienestar del pueblo colombiano, representado en una alta tasa de disminución de la cobertura vegetal, aumento de especies de flora y fauna amenazadas (Instituto Humboldt, 2008), contaminación de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, baja calidad del aire en las principales ciudades (IDEAM, 2004, 2007), conflictos de usos del suelo (IGAC-CORPOICA, 2002) y condiciones de calidad de vida inadecuadas para la población, que generan pérdidas de patrimonio ambiental y costos onerosos al presupuesto de la nación (Banco Mundial, 2007).

Los objetivos generales definidos en esta memoria son:

1. **Analizar, con una perspectiva científica, la situación actual del proceso de EIA en Colombia, para detectar fortalezas y debilidades y, en su caso, definir propuestas de mejora.** El análisis permite la identificación de las estrategias para proponer y desarrollar alternativas de mejoramiento del proceso, ajustadas al contexto jurídico, ecosistémico y cultural de Colombia. Para el alcance de este objetivo principal será necesario:
 - 1.1. Analizar las metodologías básicas y avanzadas para los procesos de EIA. La propuesta de mejoramiento del proceso en Colombia, requiere del estudio detallado de diferentes metodologías de EIA utilizadas, con la finalidad de identificar cuál de ellas puede tener mayor aplicación en el país, así como los aspectos de las mismas que deben ser sometidas a un proceso de modificación.
 - 1.2. Evaluar, de manera crítica, el proceso actual de EIA en Colombia. Para este propósito es necesario utilizar una serie de indicadores de uso global y validados en

países desarrollados y en vías de desarrollo, que permitirán evaluar la eficiencia del sistema de EIA. Esta evaluación facilitará la identificación de las partes del proceso susceptibles de modificación y los límites técnicos y legales que tienen en el contexto del país.

1.3. Analizar los procesos de EIA en países otros países con entornos políticos, ecosistémicos y culturales similares y disímiles de Colombia, con la finalidad de sugerir cambios acordes a lo que se está aplicando con éxito en estos países.

2. Definir un sistema de ponderaciones en la EIA, que tenga en cuenta las características físicas, bióticas, sociales, económicas y culturales del medio en Colombia, así como las características del proyecto o actividad. La EIA es un proceso que pretende predecir el estado de los factores ambientales en un escenario futuro con el proyecto. Este ejercicio está mediado por las incertidumbres propias de la predicción y los intereses de los evaluadores, ante esta problemática la incorporación de las características del ambiente y de las actividades en el proceso de EIA mediante indicadores de estado de los factores ambientales y de presión de las actividades, puede disminuir las incertidumbres y generar información más objetiva sobre la valoración de los impactos ambientales, para tomar decisiones más acertadas que mejoren la conservación de los recursos y el bienestar de la población. Para alcanzar este objetivo será necesario:

2.1. Seleccionar un tipo de metodología que, por su pertinencia técnica y jurídica, se adapte al sistema de EIA en Colombia, y facilite la toma de decisiones.

2.2. Proponer modificaciones a la metodología seleccionada que faciliten la incorporación de las características ambientales, sociales y económicas en Colombia.

2.3. Aplicar la propuesta elaborada, con la finalidad de evaluar si los resultados obtenidos permiten una valoración de los posibles impactos ambientales más acorde con las características de la actividad y el entorno en el que se aplica.

Para alcanzar los objetivos anteriores, esta memoria se ha organizado en seis capítulos. En el primero de ellos se recogen los referentes conceptuales y metodológicos del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), específicamente el contexto histórico, así como las definiciones de diferentes autores y/o escuelas de las nociones de ambiente e impacto ambiental y la presentación y definición de las principales metodologías para la planificación y ejecución de la EIA. En el segundo capítulo se aborda el escenario del sistema de EIA en Colombia, para lo cual se hace un análisis de su evolución jurídica y conceptual, y se lleva a cabo su evaluación basada en metodologías mundialmente

conocidas y aplicadas, pero adaptadas a las características ambientales y jurídicas del país; los resultados obtenidos han permitido identificar las principales debilidades del sistema de EIA de Colombia. En el capítulo tercero, con el fin de comparar y generar referencias para la mejora de los procesos de EIA, se recoge un análisis de los sistemas de EIA de varios países; los resultados obtenidos en este capítulo y el anterior completan la visión de la problemática de los EsIA de Colombia en el contexto Internacional, las deficiencias operativas, legales y administrativas en los procesos de EIA en Colombia, lo que justifica la propuesta de modificación de las metodologías existentes. El capítulo cuarto propone, en consonancia con los resultados anteriores, una metodología genérica para el cálculo de la Importancia de los Impactos Ambientales que incorpora la Posibilidad de Ocurrencia del Impacto, ampliamente recomendado por instituciones y estudios especializados en la EIA, la Vulnerabilidad de los factores ambientales, y el Impacto Ambiental Potencial de las Actividades, al que se ha denominado Importancia de la Actividad. Finalmente se incluyen en esta memoria las conclusiones, líneas futuras de investigación, referencias bibliográficas utilizadas en su elaboración y dos Anexos que complementan al capítulo cuarto.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso jurídico-administrativo ampliamente usado para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que potencialmente pueden generar impactos negativos o positivos al ambiente. Estas decisiones pueden ser: (i) aceptar el proyecto, obra o actividad, (ii) rechazarlo, o (iii) hacer una propuesta de modificaciones dirigidas a que el impacto ambiental se pueda considerar aceptable.

La EIA incorpora, como componente técnico, el Estudio de Impacto Ambiental (EslA), cuyo fin es la identificación y valoración de los impactos generados en la interacción proyecto, obra, actividad y el entorno relacionado. Esta valoración se hace en un contexto de predicciones que, para el caso de los ecosistemas afectados por una actividad antrópica, son significativamente difíciles de inferir por la complejidad de los sistemas vivos y la diversidad de los ecosistemas existentes en determinadas áreas.

Con estas referencias han surgido un sinnúmero de conceptos, alcances, usos y metodologías que precisan de conocimiento para elegir la alternativa más pertinente, o construir la más adecuada, dependiendo del proyecto, obra o actividad y el ecosistema intervenido.

La mayoría de países tienen desarrollado, en su legislación, un sistema de EIA, que suele incluir una metodología para realizar el proceso. Hay muchas metodologías disponibles en la literatura (Leopold, 1973; Dee et al, 1973; Conesa, 1996; Arboleda, 1998; Canter y Sadler, 1997; Canter, 2000; Pastakia y Jensen, 1998; Duarte y Requena, 1999, 2000a,b, 2003, 2007; Gómez, 2003; Garmendia, 2005), cada una con unas características propias que la hacen aplicable en diferentes circunstancias.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

En este capítulo se pretende analizar los antecedentes existentes en la literatura, sobre el proceso de EIA, tanto en la presentación de los conceptos básicos involucrados, como en la descripción y el análisis de los principales desarrollos teóricos y metodológicos del proceso de EIA a nivel general y en el contexto socio-económico, cultural, ecosistémico y jurídico de Colombia.

1.1 INTRODUCCION

En primer lugar, es conveniente situar la Evaluación del Impacto Ambiental, en su contexto teórico y práctico.

1.1.1 El Ambiente

La EIA tiene como escenario natural el ambiente. Es en definitiva un proceso que busca hacer una interpretación de las interacciones de la actividad económica y el ambiente, en un tiempo y espacio determinados. Su aplicación y las decisiones tomadas, teniéndole como instrumento básico, han generado polémicas y en casos particulares la intervención de los Tribunales de Justicia. Un ejemplo es el de los Estados Unidos cuyo Tribunal Supremo emitió la sentencia 460 US 766 de 1983, con la finalidad de delimitar específicamente el concepto de ambiente y, por ende, evitar principalmente los intereses privados y una extensión excesiva del campo de análisis de los EsIA; en ella se conceptuaba lo siguiente:

“El objeto de la sección 102 de la Ley Nacional de Política Ambiental (NEPA) está acompañado por el adjetivo «ambiental»: la NEPA no exige a una agencia que evalúe todo impacto o efecto de su acción, sino sólo el impacto o efecto sobre el ambiente. Si estableciésemos el concepto «ambiental» fuera de su contexto y le concediésemos la más amplia definición posible, las palabras «efectos ambientales adversos» abarcarían cualquier consecuencia de la acción gubernamental o privada que uno pudiese considerar «adversa». Pero pensamos que el contexto de la norma señala que el congreso se estaba refiriendo al ambiente físico, al mundo que nos rodea por decirlo así. La NEPA fue aprobada para promover el bienestar humano alertando a las autoridades acerca de los efectos de sus acciones sobre el ambiente físico” (García Ureta, 1997).

De acuerdo con la sentencia anterior, el concepto de ambiente puede ser ambiguo dependiendo del enfoque de interpretación. Así puede estar exclusivamente sesgado a lo físico-biótico, excluyendo el entorno humano, o ser más holístico, en cuyo caso abarca los sistemas físico-biótico y sociocultural. Afortunadamente la mayor parte de las EIA, debido al fundamento jurídico de los países donde se aplican actualmente, eligen este último enfoque, con lo cual se garantiza tener en cuenta en la toma de decisiones los intereses, el bienestar y el resto de componentes del sistema socio-cultural. Con la finalidad de poner de manifiesto las diferentes interpretaciones que existen del concepto ambiente, a continuación se incluyen algunos referentes teóricos de importancia sobre su concepto.

Según la Real Academia de la Lengua Española, “la palabra ambiente proviene etimológicamente del latín «ambiens» y «entis» que significa que rodea o cerca, aplicándose al conjunto de circunstancias culturales, económicas y sociales en que vive una persona, a las condiciones físicas, sociales, económicas, etc. de un lugar, una colectividad o una época y al conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo” (DRAE, 2003) (Figura 1).

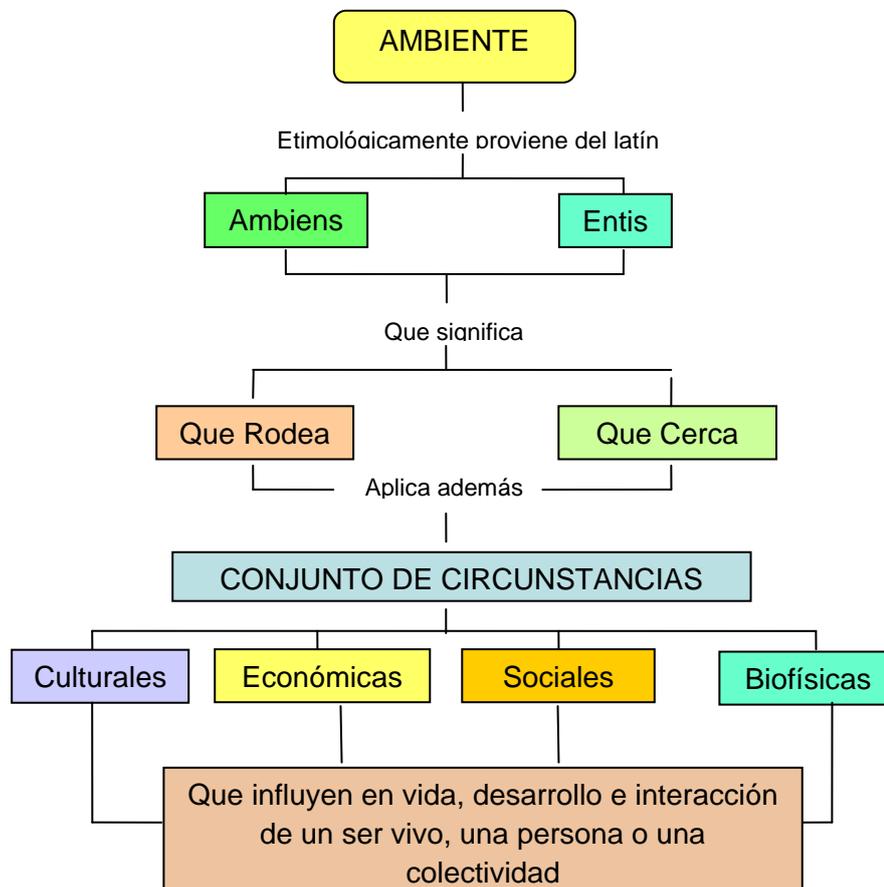
La UNESCO define el ambiente como “la interacción entre medios, un macrosistema formado por varios subsistemas (físico-biótico, social, económico, simbólico, científico, cultural, etc.) que interaccionan entre sí” (UNESCO¹, 2008).

En relación al concepto de ambiente, la Directiva 2003/4/CE de 2003, de la Comunidad Europea, articula: (i) los elementos pertenecientes al sistema físico-biótico como el aire, la atmósfera, el agua, el suelo, la tierra, los paisajes y espacios naturales, incluidos los humedales y las zonas marinas y costeras, la diversidad biológica y sus componentes, incluidos los organismos modificados genéticamente, así como la interacción entre estos elementos;(ii) las medidas, incluidas las de tipo administrativo, políticas, normas, planes, programas, acuerdos en materia de medio ambiente y actividades que afecten o puedan afectar a los elementos, así como las actividades o las medidas destinadas a protegerlos; y (iii) el estado de la salud y seguridad de las personas, incluida, en su caso, la contaminación de la cadena alimentaria, condiciones de vida humana, emplazamientos culturales y construcciones, cuando se vean o puedan verse afectados por el estado de los elementos del ambiente citados o a través de esos elementos (Diario Oficial de la CE, 2003).

¹ Disponible en: <http://www.unescoeh.org/unescoeh/manual/html/fundamentos.html>

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Consecuente con esta directriz, el Ministerio del Ambiente de España conceptúa el Ambiente como “el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre y Semejante es el concepto que desarrolló el Ministerio de Educación de Colombia, según el cual, el ambiente es “una arquitectura de sistemas naturales y sociales que se intrincan unos con otros, se superponen y jerarquizan en diferentes niveles de organización, en un juego permanente de flujos, dependencias e intercambios, los cuales están influidos por las prácticas culturales aprendidas en la familia, en la escuela y el medio social” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2002a).en el futuro de generaciones venideras” (Ministerio del Medio Ambiente de España, 2007)².



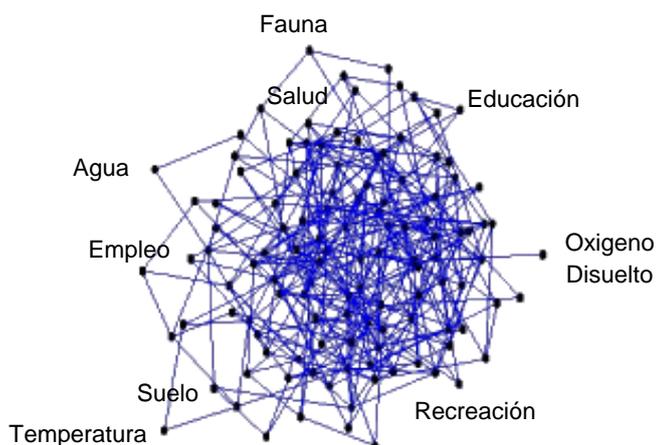
Fuente: Toro J. 2005

Figura 1. Etimología de la Palabra Ambiente

De acuerdo con lo anterior, el concepto de ambiente ha ido evolucionando hacia una dimensión más compleja, pasando de considerar exclusivamente los elementos físico-

² Disponible en: <http://www.mme.es/secciones/raa/sensibilizacion-raa/modulos-raa/pdf/ms-l.pdf>.

bióticos a una interacción en forma de red de sistemas naturales y socioculturales, donde los puntos representan los elementos de los diferentes medios y las líneas son las interacciones. Por lo tanto, un impacto que afecte a un punto puede tener repercusiones en otros de la red (Figura 2); como consecuencia, la EIA no solo incluirá la identificación y valoración de aquellos impactos que se generan en los ecosistemas, sino además, aquellos que afectan a la comunidad en su concepto más amplio: salud, alimentación, educación, cultura, etc.



Fuente: modificado de <http://www.aeet.org/ecosistemas/012/revisiones.htm>

Figura 2. Esquema que representa el concepto de Ambiente:

1.1.2 Impacto Ambiental

Siendo la EIA un proceso de toma de decisiones basado en identificar y valorar los impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueden generar en su interacción con el ambiente, es necesario definir claramente 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).

La ONU, en el Convenio sobre Evaluación de Impacto Ambiental 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).

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

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 (Figura 3), 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.

Conesa (1996) relaciona el concepto de impacto ambiental a los EsIA, definiéndolo como la diferencia del estado del ambiente con y sin proyecto.

Gomez Orea (2003), coincide con el concepto de la ONU (1994) y Wathern, pero persiste en que el análisis del impacto ambiental siempre debe estar relacionado con el bienestar humano.

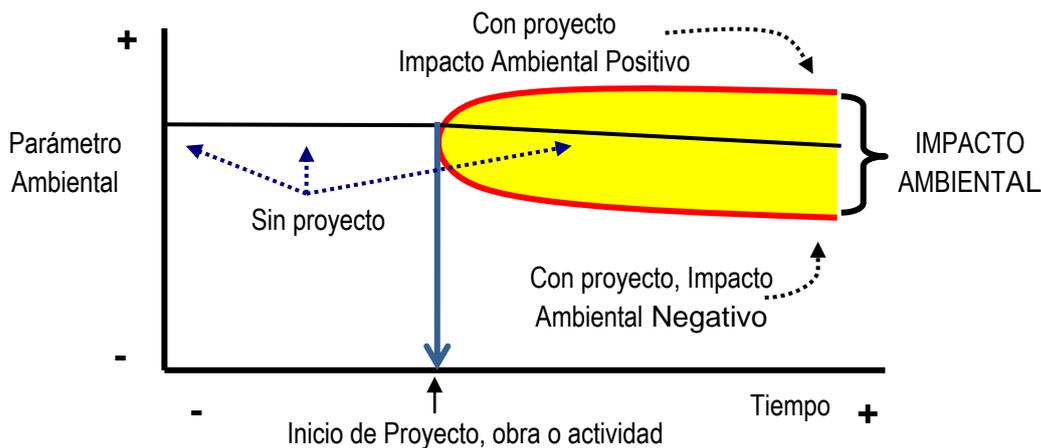
Garmendia (2005), mantiene los conceptos anteriores coincidiendo en la inclusión de los factores físicos, bióticos y socioculturales en el análisis de los impactos, y en su particularidad de ser causados por acciones humanas directas o indirectas

El Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (MAVDT) construye el concepto de impacto teniendo coincidencias apreciables con los conceptos de la ONU (1994), Conesa (1996) y Gómez Orea (2003); también reconoce que los impactos, además de problemas, pueden generar bienestar humano y conservación de los recursos naturales (Decreto 1220 de 2005).

Impactos significativos

De acuerdo con los conceptos anteriormente presentados, el impacto ambiental abarcaría la totalidad de los cambios o consecuencias generados en la interacción entre la actividad y el ambiente de referencia. Pero incluir todos los impactos que puedan ser identificados, además de ser operativamente imposible por la complejidad de los mismos, llevaría periodos de tiempo muy largos y grandes cantidades de recursos que harían inviable cualquier iniciativa. A este respecto, desde el surgimiento de la EIA la mayor parte de las legislaciones³ y las metodologías, identifican y evalúan los impactos significativos o notables.

³ Los términos de referencia para los EsIA en Colombia, recomiendan que la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales, se hagan sobre los impactos más significativos. Igualmente, en España, el artículo 1º, numeral c del RDL-1302 de 1986 obliga a establecer medidas para... los efectos ambientales negativos significativos, y el RDL-1131 de 1988, Artículo 10, sugiere en relación a la identificación y valoración de impactos, que se haga sobre los efectos notables previsibles.



Fuente: Modificado de Wathern, 1988

Figura 3. Esquema del concepto de impacto ambiental

Determinar si un impacto es significativo y luego valorar su efecto, requiere del análisis interdisciplinario, rechazando cualquier juicio *a priori* o unidireccional.

Al respecto, Duinker y Gordon (1986), después de un exhaustivo análisis de EsIA, concluyen que pueden ser consideradas cuatro perspectivas, para determinar si un impacto ambiental es significativo:

- i. **Perspectiva Estadística.** Relacionada con los cambios generados en el ambiente por el proyecto, y aquellos inherentes a él; estos cambios deben ser medidos mediante muestreo y ser estadísticamente significativos, o bien persistir en el tiempo más que la población, comunidad o nivel ecosistémico afectado (Buffington, 1976).
- ii. **Perspectiva ecológica.** Relacionada con los cambios generados por el proyecto desde una perspectiva ecológica; dichos cambios se asocian con características del ecosistema como: disminución o aumento de poblaciones, disminución o aumento de variabilidad genética (Cooper and Zedler, 1980), disminución o aumento de especies o producción primaria (Longley, 1979) y cambios irreversibles en la estructura y funcionamiento del ecosistema (Buffington, 1980).
- iii. **Perspectiva social.** Aceptabilidad por parte de la comunidad de los cambios inducidos por el proyecto en los atributos de importancia ambiental para dicha comunidad, como riesgos para la salud humana, disminución o aumento de la producción, riesgos para ecosistemas con valor de uso recreativo o estético y especies amenazadas (valoradas por su existencia o estatus de conservación).
- iv. **Perspectiva desde el punto de vista del proyecto.** Los impactos ambientales inducidos por el proyecto pueden o no influenciar la toma de decisiones, o bien

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

justificar el rechazo/aceptación del emplazamiento o modo de operación de un proyecto (Christensen, Van Winkle, and Mattice., 1976). De esta forma, si un impacto representa un cambio estadísticamente significativo de un atributo ecológico y/o social, entonces puede considerarse significativo desde la perspectiva del proyecto y podría ser tomado en cuenta en el momento de la toma de decisiones sobre la aceptabilidad del mismo, el sitio de emplazamiento, el diseño, la operación, el desmantelamiento, etc.

De esta manera, el desarrollo de criterios para decidir si un impacto es significativo debe hacerse en la fase de planeamiento de la EIA, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Identificar un grupo de componentes ecosistémicos de valor como referentes para la evaluación.
- Definir un contexto en el cual los cambios en los componentes ecosistémicos valorados pueda ser determinados.
- Definir claramente los límites espaciales y temporales, así como el propósito de la evaluación.
- Desarrollar estrategias para investigar las interacciones entre el proyecto y los componentes ecosistémicos valorados.
- Determinar la metodología de predicción de impactos.
- Demostrar y detallar un compromiso bien definido y garantizado para el plan de monitoreo de los impactos generados por el proyecto (Beanlands-Duinker, 1983).

1.1.3 Evaluación de Impacto Ambiental

Habiendo establecido un marco teórico sobre el ambiente y los impactos ambientales, se puede desarrollar en mejores condiciones el concepto de EIA.

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.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

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”.

Ángel et al. (1997), lo incorporan en su trabajo como un conjunto de análisis interdisciplinarios de la relación establecida entre el medio ambiente y un proyecto de desarrollo, conducente a identificar y evaluar los impactos que ocasiona el proyecto, en sus diferentes fases.

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.

Sánchez (2002) lo define como “el conjunto de metodologías o procedimientos, empleados por agentes públicos y privados para identificar y calificar los impactos probables de los proyectos de ingeniería, obras o actividades humanas de cualquier tipo, incluyendo los causados por los procesos productivos, y los productos de esa actividad”.

Para Garmendia et al (2005), es “... todo procedimiento necesario para la valoración de los impactos de las distintas alternativas de un proyecto determinado, con el objetivo de seleccionar la mejor desde un punto de vista ambiental”.

Se podrían citar un número mayor de conceptos, sin embargo todos convergen en que la EIA se constituye en un sistema de procedimientos de análisis y estimación de los impactos generados en la interacción de las actividades antrópicas y el ambiente, con el objetivo de tomar decisiones sobre el proyecto, obra o actividad.

En Colombia, las definiciones son ligeramente diferentes. El proceso denominado EIA se aplica específicamente a la parte de los EsIA dedicada a la valoración de los impactos ambientales; el proceso de toma de decisiones (la EIA en el contexto internacional) se denomina Evaluación de EsIA (Tabla 1).

Así mismo, es necesario aclarar el concepto que aparece en múltiples publicaciones científicas internacionales La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) equivale a

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

“Environmental Impact Assessment “ y “Environmental Impact Analysis”; igualmente son sinónimos los términos: Valoración Ambiental y “Environmental Appraisal”; Evaluación Ambiental y “Environmental Assessment”. El EsIA puede encontrarse como “Environmental Impact Statement”.

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.
EVALUACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	Proceso de toma de decisiones ambientales sobre el proyecto, obra o actividad.	Este término no se aplica en el contexto Internacional.
VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Este término no se aplica en Colombia.	Estimación de los impactos atribuibles al proyecto, obra o actividad.

Fuente: Elaboración propia

1.1.4 Contexto Histórico de la Evaluación de Impacto Ambiental

La EIA tiene sus orígenes en la década de los sesenta cuando la preocupación por los problemas ambientales se hizo evidente en la opinión pública, gracias a trabajos como el elaborado por Carson (1960), donde se demostró que las acciones de la producción agrícola generaban impactos de gran magnitud sobre los ecosistemas y la salud humana. Esta evidencia científica movilizó a los ambientalistas de la época, presionando a los legisladores de Estados Unidos, que en 1969 aprobaron la Ley Nacional de la Política Ambiental NEPA, donde aparece el concepto de impacto ambiental y de manera indirecta el de EIA, en la sección 102, Numeral C:

“... todas las agencias federales del gobierno tendrán que: (C) Incluir en cada una de las recomendaciones o informes sobre propuestas para legislar u otros

asuntos federales de importancia que afecten significativamente la calidad del ambiente humano, una detallada declaración sobre: (i) el impacto ambiental de la acción propuesta...” (NEPA, 1969).

Quedando establecida esta obligación, se le entregó al Consejo para la Calidad Ambiental (CEQ: Council of Environmental Quality) la responsabilidad de construir unas directrices generales que fueron publicadas el 23 de Abril de 1971 y el 01 de agosto de 1973 (Kiely, 1999). La primera coordinaba el proceso de EIA en relación a la revisión de los borradores de los EsIA; la segunda adicionó la obligación de incluir estudios sobre la interacción entre las acciones y los planes de usos del suelo, e informar qué componentes de la política ambiental federal se tenían previstos para disminuir los efectos negativos del proyecto, obra o actividad, además de realizar un análisis costo-beneficio (Canter, 2000).

La NEPA tuvo tanta influencia a nivel mundial que más de 75 países, incluyendo Colombia y la Comunidad Económica Europea (Directiva Europea 85/337/CEE), introdujeron como parte de sus políticas y legislación los apartados relacionados con la sección 102 de la NEPA que tratan sobre el proceso de EIA. La parte A indica que la administración debe utilizar un enfoque de EIA de carácter sistemático e interdisciplinar. La parte B exige que la administración identifique y desarrolle métodos y procedimientos que aseguren que, dentro del proceso de toma de decisiones y junto con las consideraciones técnicas y económicas, se preste la atención debida a los elementos y valores ambientales. Esta parte proporcionó un fuerte impulso al desarrollo de metodologías de EIA y la parte C expone la obligación de preparar EsIA e identifica los elementos básicos que deben incluir (Sammy, 1982; Canter y Sadler, 1997).

En los años ochenta y los noventa, la EIA se convirtió en una de las principales herramientas para la toma de decisiones sobre proyectos, obras o actividades a nivel mundial, al estar incluida en dos de los acuerdos más importantes sobre el ambiente de la Organización de las Naciones Unidas: La Declaración de Río de Janeiro sobre el medio ambiente y el desarrollo (ONU, 1992a) y el Convenio de diversidad biológica de 1992.

En la primera, el Principio 17 señala: *“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”.*

En el Artículo 14, numeral a) del segundo, se invita a los países firmantes a establecer procedimientos para exigir la EIA con el fin de proteger la Biodiversidad:

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos” (ONU, 1992b).

Esta misma organización había previsto la responsabilidad de los países en la prevención y el manejo de los impactos ambientales transfronterizos, en un convenio firmado en Espoo (Finlandia) el 25 de febrero de 1991, el cual fue ratificado por la Unión Europea a través de la Comisión Económica para Europa, en el Protocolo sobre Evaluación Estratégica del Medio Ambiente (ECE, 2003), y que fue firmado también por Colombia. En el Artículo 2, Numeral 1, se establece que: *“Las Partes, individual o colectivamente, adoptarán todas las medidas que sean apropiadas y efectivas para prevenir, reducir y controlar el impacto medioambiental transfronterizo de carácter perjudicial y magnitud apreciable que resulte de actividades previstas” (ONU, 1994)*

Finalmente el Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (Sudáfrica) (ONU, 2002), incluye la EIA en el contexto costero y marino y sus recursos orgánicos e inorgánicos, así como en las actividades comerciales, quedando todos los ecosistemas y actividades antrópicas del planeta cubiertos con esta medida de gestión.

1.2 METODOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En los EsIA la identificación y valoración de los impactos son los componentes de mayor importancia en la toma de decisiones, al presentar a los evaluadores un panorama de la interacción de los proyectos, obras o actividades y el ambiente. Sin embargo son también motivo de profundas controversias, por la posibilidad de manipulación de los resultados, al trabajar en un entorno de incertidumbres y tratar de identificar y valorar hechos o sucesos probables, de una determinada acción antrópica que aún no se ha ejecutado sobre un entorno determinado, lo que se tradujo en el desarrollo de metodologías objetivas, económicas, de temporalidad moderada y fácil que permitieran su aplicación e interpretación.

El pionero de la valoración del impacto ambiental fue Odum (1959) quien, desde un punto de vista exclusivamente ecológico, propuso el uso de indicadores ambientales para evaluar el estado de un ecosistema sometido a presiones o estímulos exteriores (Arribas de Paz, 2004). Aunque el trabajo de Odum no fue desarrollado específicamente como una metodología de EIA, el uso de indicadores sugeridos por él son cada vez más apreciados por los equipos de evaluadores al disminuir la subjetividad que suelen tener los EsIA.

La mayor parte de las metodologías para la valoración de impactos ambientales fueron creadas con propósitos específicos para ser usados en proyectos puntuales, y han sido adaptados, en algunas ocasiones, de manera muy general a otros tipos de proyectos, ocasionando sesgos, pérdida de detalle y en general baja objetividad. En todos los casos se ha encontrado algún tipo de limitante económico, temporal, social, conceptual o de manejo, que hacen necesario un ejercicio de toma de decisiones de manera previa a su utilización en los EsIA.

1.2.1 Clasificación de Metodologías

La clasificación de las metodologías permite a los equipos de evaluadores escoger las de mayor pertinencia, de acuerdo a las características del medio, del proyecto y las exigencias legales.

No existe aún un consenso general sobre la clasificación de los métodos, sin embargo se encuentran puntos de convergencia entre los diferentes sistemas clasificatorios. Las diferencias se deben a la inclusión o exclusión de una metodología, una categoría o se nombran de manera diferente, pero se conserva el concepto referencial. Existen diversas metodologías para el proceso de EIA, sin embargo, la mayor parte provienen de un grupo base desarrollado inicialmente para el estudio de proyectos particulares, que han sido adaptadas con herramientas conceptuales y tecnológicas con el fin de aumentar la objetividad, la capacidad de predicción y mejorar la información biofísica y socio-cultural.

Warner y Bromley (1974), proponen una clasificación resumida en cinco grupos:

- i. metodologías “ad hoc”.
- ii. Listas de chequeo.
- iii. Matrices.
- iv. Diagrama
- v. Técnicas gráficas mediante mapas y superposiciones

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Posteriormente, Canter y Sadler (1997) realizaron una completa clasificación como parte del estudio internacional sobre la eficacia de la EIA, llevado a cabo con el respaldo de la Universidad de Oklahoma, el Instituto de Evaluación ambiental del Reino Unido y la Asociación Internacional para la evaluación de Impacto, proponiendo 22 tipos recogidos en la Tabla 2, y definidos a continuación:

1. **Métodos Analógicos.** Estos métodos utilizan la información generada en proyectos similares al que se va a desarrollar, como una forma de anticipación de los impactos que puede generar el proyecto obra o actividad.
2. **Listas de chequeo.** Es el método más utilizado en los procesos de EIA para la identificación de impactos. Contienen una serie de temas relacionados con los impactos que el usuario debe usar a manera de pregunta en el momento de la planificación y desarrollo de la valoración. Las listas de chequeo son recordatorios de los impactos potenciales.
3. **Listas de comprobación enfocadas a toma de decisiones.** Son un grupo de métodos relacionados principalmente con la comparación de alternativas y la conducción de análisis de compensación. Son útiles para la síntesis de información en los EsIA, donde cada alternativa viable del proyecto, obra o actividad, requiere ser estudiada. El proceso de EIA consiste en una fase de análisis y una fase de síntesis (McAllister, 1986), pudiéndose utilizar este método en ambas, pero principalmente en la fase de síntesis.
4. **Análisis ambiental costo-beneficio.** Complementa el tradicional análisis de costo-beneficio con la inclusión del valor económico de los recursos naturales. Su aplicación en la evaluación económica de impactos específicos y sus alternativas tiene considerables limitaciones, como exigir a profesionales y usuarios juicios u opiniones técnicas que varían en su complejidad y alcance.
5. **Opinión de expertos o Juicio profesional.** Este método es ampliamente usado en los procesos de valoración de impacto ambiental y se utiliza típicamente para valorar los impactos específicos de un proyecto sobre los diferentes componentes del ambiente. Las herramientas específicas dentro de la categoría de opinión de expertos, que pueden utilizarse para generar la información, incluyen el estudio Delphi. En este método grupos de expertos identifican la información apropiada y construyen modelos cualitativos/cuantitativos para la predicción de impactos o para simular procesos ambientales.
6. **Sistemas expertos.** Este tipo de método en desarrollo o emergente, consiste en reunir el conocimiento profesional y el juicio de expertos en áreas temáticas de actualidad. Dicho conocimiento es codificado a través de una serie de normas o experiencias prácticas (heurísticas) en entornos de programas computacionales. Los

sistemas expertos son normalmente fáciles de usar y requieren de respuesta a una serie de preguntas para realizar un análisis particular. Se está incrementando la atención al desarrollo de sistemas expertos más exhaustivos o completos para los procesos de valoración de impactos ambientales.

7. **Índices o indicadores.** Se refiere a seleccionar características o parámetros específicos o integrados de factores ambientales. Específicamente, los índices se refieren a información numérica o categorizada. Se usan para ayudar a describir los componentes ambientes afectados así como para la predicción y evaluación. Se han desarrollado una serie de índices numéricos o descriptivos como una medida de la vulnerabilidad del medio a la contaminación u otras tensiones inducidas por el hombre y han probado su utilidad en la comparación de sitios para nuevos vertederos o rellenos sanitarios. Sobre esta base se pueden planificar las medidas de mitigación requerida, pudiendo incluir controles técnicos y/o de manejo.
8. **Pruebas de laboratorio y Modelos a escala.** Se pueden aplicar para generar información cualitativa y cuantitativa sobre los posibles impactos de proyectos particulares en áreas geográficas determinadas. Son apropiados para ciertos tipos de proyectos, por ejemplo, para identificar los impactos potenciales del dragado en ambientes acuáticos, comprobando el grado de contaminación del material dragado y el potencial contaminante de la disposición de tales sedimentos.
9. **Evaluación de paisaje.** Son útiles principalmente para la evaluación estética o visual de los recursos. Se fundamentan en la generación de información derivada de una serie de indicadores y la subsecuente agregación de tal información en un resultado total, o índice para el escenario ambiental. Esta información se puede utilizar como representación de las condiciones de la línea base. Los impactos potenciales estéticos pueden ser estimados en el resultado total o el índice total de la línea de base, es decir, comparando el escenario con y sin proyecto.
10. **Revisión bibliográfica o de literatura.** Implica la recopilación de información sobre diferentes tipos de proyectos y de sus impactos típicos. Este tipo de información puede ser muy útil para la identificación temprana de impactos potenciales, la cuantificación de cambios anticipados específicos, y la identificación de medidas de mitigación para minimizar los efectos indeseables. La información pertinente para los impactos típicos de cierto tipo de proyectos, obras o actividades está disponible en diferentes medios.
11. **Cálculos de balance de materia.** Se fundamentan en inventarios de condiciones existentes para comparar los cambios que resultarían de una acción propuesta. Tales inventarios se utilizan con frecuencia en el proceso de EIA para valorar el impacto de las emisiones contaminantes al aire y el agua y la generación de residuos

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

sólidos y peligrosos. Los cálculos del balance de masa requieren la generación de información del área del estudio para el establecimiento de las condiciones de la línea base. Una medida del impacto considera el cambio absoluto o promedio en el inventario (o balance de masa) como resultado de una acción propuesta.

12. **Matrices de interacción.** Representan un tipo de método ampliamente utilizado en el proceso de EIA. Variaciones de las matrices de interacción simple han sido desarrolladas para enfatizar características deseables particulares. Las matrices son un método útil para varias actividades estudiadas dentro del proceso de EIA.
13. **Monitorización.** Se refiere a medidas sistemáticas para establecer las condiciones existentes del ambiente afectado y se utilizan como línea base para interpretar el significado de cambios anticipados de un proyecto propuesto. El monitoreo puede estar dirigido al ambiente físico, químico, biológico, cultural, y socioeconómico. La selección de los indicadores apropiados para el monitoreo debe ser una función de la disponibilidad de la información existente, así como el tipo de proyecto y de los impactos anticipados.
14. **Estudios de campo o monitoreo de receptores cercanos análogos.** Representan un tipo particular especializado de método en el que para la predicción de impactos se utilizan específicamente el estudio de campo y el análisis de los impactos reales resultantes de proyectos de un tipo similar al proyecto valorado. Una vez más, el énfasis se debe dar al estudio de campo (Monitoreo) de los indicadores seleccionados pertinentes para el tipo de proyecto.
15. **Redes.** Se refieren a un grupo de métodos que generan conexiones o relaciones entre las acciones del proyecto y los impactos resultantes. Estos tipos de métodos están referidos de varias maneras dentro de la práctica de EIA; por ejemplo, como árboles del impacto, cadenas del impacto, diagramas causa-efecto, o diagramas de consecuencias. Los métodos basados en redes son útiles para determinar los impactos primarios, secundarios y terciarios resultados de acciones particulares. Pueden ser utilizadas conjuntamente con matrices y como herramienta para la identificación del impacto y la predicción cualitativa del impacto.
16. **Sobreposición de mapas.** Esta metodología fue utilizada muy tempranamente en los procesos de EIA. Inicialmente consistió en ensamblar físicamente mapas transparentes que exhibían diversas características ambientales. Actualmente el uso de los sistemas de información geográficos computarizados (SIG) se ha acrecentado y desplaza al antiguo sistema manual. Sobreponer mapas físicos o computarizados puede ser útil para describir condiciones existentes y exhibir los cambios potenciales resultantes de una acción propuesta.
17. **Fotografías o fotomontajes.** Son herramientas útiles con el objeto de exhibir la

calidad visual del cambio ambiental e identificar los impactos visuales potenciales de una acción propuesta. Se relaciona con los métodos de la evaluación del paisaje.

18. **Modelización cualitativa.** Se refiere a un grupo de métodos en los que la información descriptiva se utiliza para hacer los acoplamientos entre las acciones del proyecto, obra o actividad y el cambio resultante en los componentes ambientales. Como tal, debe ser considerado como un aspecto extendido de las metodologías de redes descrita anteriormente. El fin general de la modelación cualitativa está en entender las relaciones fundamentales; por ejemplo, el aumento o disminución de ciertas características ambientales como resultado de actividades particulares del proyecto, obra o actividad. En muchos casos la modelación cualitativa representa el único tipo de metodología disponible para la predicción de impactos. Hay que observar que está basado típicamente sobre el juicio de expertos (juicio profesional) según lo descrito anteriormente.
19. **Modelización cuantitativa (matemática).** Se refiere a un grupo extenso de métodos usados específicamente para determinar los cambios anticipados en los componentes ambientales como resultado de las acciones propuestas en el proyecto o actividad. Estos modelos van, desde versiones simplificadas, a simulaciones tridimensionales computarizadas muy complejas que requieren una extensa entrada de datos. Es importante reconocer que los modelos cuantitativos están disponibles para muchos de los componentes típicos de los impactos asociados a proyectos particulares. Por ejemplo, hay varios modelos de dispersión de calidad del aire que pueden ser usados para determinar anticipadamente los impactos de la calidad del aire de las emisiones de los incineradores de residuos peligrosos, o de las centrales eléctricas que funcionan con combustible fósil.
20. **Evaluación de riesgo.** Es una herramienta en desarrollo. Fue utilizado inicialmente para establecer los estándares ambientales basados en la salud humana. Abarca típicamente la identificación del riesgo, la consideración de las relaciones dosis-respuesta, la evaluación de la exposición y la evaluación de los riesgos asociados. Este método se puede aplicar a la salud humana y a los riesgos ecológicos.
21. **Construcción de escenarios.** Implica considerar alternativas futuras como resultado de diferentes asunciones iniciales. Esta técnica se utiliza dentro del campo del planeamiento; también tiene aplicabilidad en EIA particularmente en el contexto de la evaluación ambiental estratégica de políticas, planes y programas.
22. **Extrapolación de tendencias.** Utiliza tendencias históricas y las amplía en el futuro, basado sobre las asunciones relacionadas con la continuación o condiciones cambiantes. Tales métodos son particularmente valiosos para enfocarse sobre las condiciones ambientales futuras sin una acción propuesta.

Tabla 2. Tipos de metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales propuestas por Canter y Sadler

TIPOS DE METODOLOGIAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PROPUESTAS POR CANTER Y SADLER	
1. Análogos (escenario parecido, estudio de caso)	12. Matrices
2. Listas de chequeo (simple, descriptivas, cuestionarios)	13. Seguimiento (línea base)
3. Listas de chequeo de decisión-dirigida	14. Monitoreo
4. Análisis Costo Beneficio Ambiental	15. Redes
5. Opinión de expertos (Juicio Profesional, Delphi)	16. Índices o indicadores
6. Sistemas Expertos	17. Fotografías/Fotomontajes
7. Laminas de mapas por medio de SIG	18. Modelación cualitativa
8. Pruebas de Laboratorio y modelos a escala	19. Modelación cuantitativa
9. Evaluación del paisaje	20. Evaluación del riesgo
10. Revisión de literatura	21. Escenarios contruidos
11. Calculo de balance de (inventarios) Masa	22. Tendencia extrapolada

Fuente: Canter y Sadler , 1997

En relación con el uso de estos métodos en la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales, todas las metodologías son usadas de manera regular. Sin embargo los métodos analógicos, las listas de chequeo, la opinión de expertos, el cálculo de balance de masa y las matrices de interacción, son preferidas por los equipos evaluadores por su facilidad de manejo, bajo costo y temporalidad moderada (Tabla 3) (Canter y Sadler, 1997).

Las metodologías pueden también agruparse dependiendo de los objetivos que persiguen y la forma de ser ejecutados. Canter y Sadler (1997) distinguió tres grandes grupos: i). Matrices de Interacción. ii). Predicción de Impactos. iii). Análisis y decisión. Bolea (1984) y Garmendia et al. (2005) han desarrollado otras clasificaciones en el caso de España, que se recogen a continuación.

Tabla 3. Uso relativo en los estudios de impacto ambiental de las metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales

TIPOS DE METODOLOGÍAS EN EIA	USO RELATIVO EN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL*		
	SELECTIVO	MODERADO	EXTENSO
Análogos (escenario parecido, estudio de caso)			X
Listas de chequeo (simple, descriptivas, cuestionarios)			X
Listas de chequeo de decisión-dirigida	X		
Análisis Costo Beneficio Ambiental	X		
Opinión de expertos (Juicio Profesional, Delphi)			X
Sistemas expertos	X		
Índices o indicadores		X	
Pruebas de Laboratorio y modelos a escala	X		
Evaluación del paisaje	X		
Revisión de literatura		X	
Calculo de balance de Masa (inventarios)			X
Matrices			X
Seguimiento (línea base)	X		
Monitoreo	X		
Redes		X	
Laminas de mapas por medio de SIG	X		
Fotografías/ Fotomontajes		X	
Modelación cualitativa		X	
Modelación cuantitativa	X		
Evaluación del riesgo	X		
Escenarios construidos	X		
Tendencia extrapolada	X		

* **Selectivo:** Uso limitado de la metodología por requerir información, tener poco conocimiento del mismo, o ser una metodología en construcción o emergencia. **Moderado:** Usado regularmente para diferentes tipos de proyectos en diferentes sitios. **Extenso:** Usado ampliamente en diferentes países que exigen EIA.

Adaptado de Canter y Sadler, 1997

– **Clasificación de metodologías según Bolea (Bolea, 1984):**

Sistemas de red y gráficos:

- Matrices causa-efecto (Matriz de Leopold) y listas de chequeo.
- Departamento de Desarrollo y planificación Regional del Estado de Nueva

York (CNYRPAB pos sus siglas en Ingles).

- Bereano.
- Sorensen.
- Guías metodológicas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España.
- Metodología del Banco Mundial.

Sistemas cartográficos:

- Superposición de transparencias.
- Metodología de Mc Harg
- Metodología Tricart
- Metodología de planificación ecológica de M. Falque

Metodologías basadas en indicadores, índices e integración de la evaluación:

- Metodología de Holmes.
- metodología de la Universidad de Georgia.
- metodología de Hill-Schechter.
- metodología de Fisher-Davies.

Metodologías Cuantitativas:

- Batelle-Columbus.

- **Clasificación de metodologías según Garmendia (Garmendia et al, 2005):**

Metodologías de identificación de alternativas:

- Superposición de transparencias
- Metodología de Mc Harg
- Sistemas de Información geográfica.

Metodología para ponderar factores:

- Metodología Delphi.

Metodologías para identificar impactos:

- Listas de revisión.
- Cuestionarios del Banco Mundial.
- Diagramas de Redes.
- Metodología de Sorensen.
- Matriz de interacción entre factores.

Metodologías de evaluación de impactos:

- 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

Finalmente es necesario hacer una aclaración entre los términos *método de EIA* y *Técnica de EIA*, que se usan de manera análoga, sin serlo. Las técnicas de EIA se relacionan especialmente con la predicción de estados futuros de parámetros ambientales específicos, como el nivel de ruido, la calidad del agua, etc. Una EIA puede usar varias técnicas de EIA que conjuntamente proveen información que es recopilada, organizada, presentada e interpretada de acuerdo con los principios del método de EIA utilizado. Sin embargo los métodos de EIA han sido descritos alternativamente como metodologías, tecnologías, propuestas, guías e incluso procedimientos (Bisset, 1998).

Por ser de las metodologías más utilizadas en Colombia y el mundo (Canter y Sadler, 1997) y de especial interés para este trabajo de investigación, se presentan a continuación: i). La metodología de Matrices de Leopold. ii). Listas de Chequeo. iii). Método de Batelle-Columbus. iv). Metodología de las Empresas Públicas de Medellín-Colombia. v). Metodología Cualitativa. vi). Metodología Cualitativa con análisis por técnicas difusas.

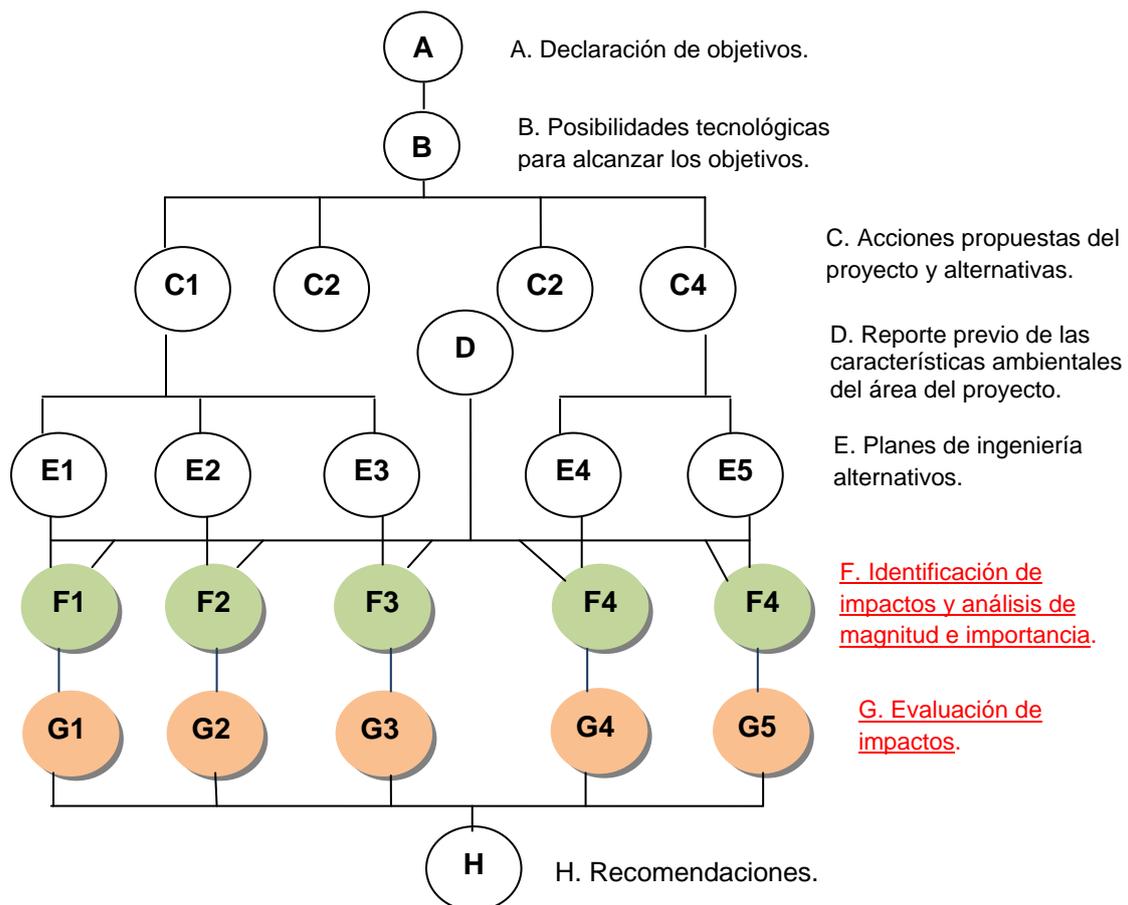
1.2.2 Matriz de Leopold

Esta metodología es probablemente la más conocida y utilizada, de forma directa o con modificaciones, en los procesos de EIA. Se construyó en 1971 por Luna Leopold, Frank Clarke, Bruce Hanshaw, y James Balsley, para el Servicio Geológico del Departamento del Interior de USA. Fue diseñada para servir como lista de chequeo, lista de referencia o recordatorio de las acciones del proyecto, obra o actividad y los impactos generados, además como un resumen del texto final del EsIA, facilitando la determinación rápida de los impactos significativos y su importancia relativa. Es reiterativo en la necesidad de participación de un equipo interdisciplinario formado por profesionales del área de estudios biofísicos, social, e ingeniería para su diligenciamiento, y explícito en recomendar su uso como herramienta en la etapa de planeación de los proyectos (Leopold, 1971).

Leopold y sus colaboradores proponen el uso de la matriz como parte de un sistema de acciones programadas que constituyen el EsIA compuesto fundamentalmente por ocho (8) componentes (Figura 4), y no de forma aislada como instrumento único para la valoración de los impactos. Para la identificación y valoración de los impactos se establecen relaciones causa efecto entre las actividades del proyecto y los impactos, representadas en

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

una Matriz donde el eje vertical contiene 88 elementos ambientales que pueden ser afectados (Tabla 4) mientras el eje horizontal contiene 100 acciones con potencial de generar impactos (Tabla 5), para un total de ocho mil ochocientas posibles interacciones (Leopold, 1971).



Fuente: Leopold, 1971

Figura 4. Esquema recomendado para el desarrollo de actividades complementarias de la matriz de Leopold

Tabla 4. Elementos ambientales que pueden ser afectados por un proyecto o una actividad en el modelo de Leopold

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 EXTRACCIÓN DE RECURSOS	A.3 ATMÓSFERA
1. Recursos minerales	14. Calidad (gases, partículas)
2. Material de construcción	15. Clima (micro, macro)
3. Suelos	16. Temperatura
4. Geomorfología	A.4 PROCESOS
5. Campos magnéticos y radioactividad de fondo	17. Inundaciones
6. Factores físicos singulares	18. Erosión
A.2 AGUA	19. Deposición
7. Superficiales	20. Solución
8. Marinas	21. Sorción
9. Subterráneas	22. Compactación y asentos
10. Calidad	23. Estabilidad
11. Temperatura	24. Sismología
12. Recarga	25. Movimientos de aire
13. Nieve, hielos, heladas	
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1 FLORA	B.2 FAUNA
26. Árboles	35. Aves
27. Arbustos	36. Animales terrestres, incluso reptiles
28. Hierbas	37. Peces y mariscos
29. Cosechas	38. Organismos bentónicos
30. Microflora	39. Insectos
31. Plantas acuáticas	40. Microfauna
32. Especies en peligro	41. Especies en peligro
33. Barreras, obstáculos	42. Barreras
34. Corredores	43. Corredores

Continúa en la siguiente página

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Continuación

C. FACTORES CULTURALES	
C.1 USOS DEL TERRITORIO	62. Espacios abiertos
44. Espacios abiertos y salvajes	63. Paisajes
45. Zonas húmedas	64. Agentes físicos singulares
46. Selvicultura	65. Parques y reservas
47. Pastos	66. Monumentos
48. Agricultura	67. Especies o ecosistemas especiales
49. Zona residencial	68. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
50. Zona comercial	69. Desarmonías
51. Zona industrial	C.4 NIVEL CULTURAL
52. Minas y canteras	70. Modelos culturales
C.2 RECREATIVOS	71. Salud y seguridad
53. Caza	72. Empleo
54. Pesca	73. Densidad de población
55. Navegación	C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA
56. Zona de baño	74. Estructuras
57. Camping	75. Red de transportes
58. Excursión	76. Red de servicios
59. Zonas de recreo	77. Disposición de residuos
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERES HUMANO	78. Barreras
60. Vistas panorámicas y paisajes	79. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
80. Salinización de recursos hidráulicos	84. Invasión de maleza
81. Eutrofización	85. Controles biológicos
82. Vectores, insectos y enfermedades	86. Modificación hábitat
83. Cadenas alimentarias	87. Introducción de flora y fauna exótica
E. OTROS	
88. Otros	

Fuente: Garmendia, 2005

Tabla 5. Acciones con Impacto Ambiental Potencial en el modelo 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 y terminales 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	38. Perforaciones de pozos y transporte de fluidos
36. Excavaciones superficiales	39. Dragados
37. Excavaciones subterráneas	40. Explotación forestal
	41. Pesca comercial y caza
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	

Continúa en la siguiente página

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

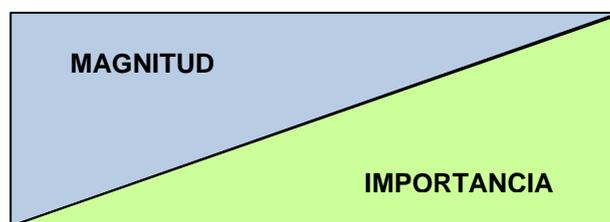
Continuación

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 QUÍMICOS	
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

Aunque la matriz posee una extensa lista de interacciones, puede ajustarse a las necesidades de los proyectos, teniendo como medida estándar de 25 a 50 interacciones (Leopold, 1971). La forma de diligenciar de manera general la matriz es la siguiente:

1. Identificar en la lista de chequeo las acciones del proyecto, obra o actividad, y los elementos ambientales del área relacionada.
2. Ubicarse ordenadamente en una acción del proyecto, y cuestionarse sobre la interacción de la misma con cada uno de los elementos ambientales listados.
3. En caso de inferirse una interacción o impacto entre la acción del proyecto, obra o actividad y uno o varios elementos ambientales, trazar una línea diagonal en la(s) casilla(s) respectivas (Figura 5).



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Calificación de la Magnitud y la Importancia de los impactos en la metodología de Leopold

4. Repetir esta operación hasta completar todas las acciones.
5. Una vez completa la matriz, en la mitad superior de cada casilla señalada con la línea diagonal se calificará, en una escala de 1 a 10, la **Magnitud** del posible impacto⁴, poniendo como prefijo el signo (+) si la interacción es positiva o (-) si la interacción es negativa. Igualmente en la mitad inferior de cada casilla se calificará, en una escala de 1 a 10, la **Importancia** del posible impacto⁵, poniendo como prefijo el signo (+) si la interacción es positiva o (-) si la interacción es negativa (Tabla 6).

El concepto de **Magnitud** es usado para indicar el grado, extensión o escala del impacto. Por ejemplo un proyecto de construcción de una carretera o autopista puede alterar los patrones de drenaje existentes, por lo tanto el impacto del proyecto sobre el drenaje tendría una calificación de la Magnitud negativa (-) y numéricamente alta, entre 7 y 10.

⁴Donde 1 representa la mínima calificación y 10 la máxima calificación, el 0 (cero) no tiene validez.

⁵Donde 1 representa la mínima calificación y 10 la máxima calificación, el 0 (cero) no tiene validez.

Tabla 6. Matriz (fragmento) para la evaluación de los impactos ambientales en el metodología de Leopold

ELEMENTOS AMBIENTALES CON POSIBILIDAD DE SER AFECTADOS (Máximo 88)		ACCIONES DEL PROYECTO CON POSIBILIDAD DE CAUSAR IMPACTOS (Máximo 100)												
		A. MODIFICACION REGIMEN 1. Introducción De flora y fauna exótica				B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN 31. Desmontes y rellenos				C. EXTRACCION DE RECURSOS 36. Excavaciones superficiales				
A. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS A1. Extracción de Recursos A2. Agua		1. Recursos minerales	M 1	-6	-5	-1	-4	2	4	-5	-2	-10	-8	-6
		2. Materiales		-4	-3	-4	3	2	-3	-8	-4			
		3. Suelos												
		4. Geomorfología												
		5. Campos magnéticos												
		6. Factores físicos												
		7. Superficial												
		8. Marinas												
		9. Calidad												

Fuente: Elaboración propia

La **Importancia** por su parte, se relaciona con la ponderación del grado de significancia de la acción sobre el factor ambiental; siguiendo con el ejemplo anterior, la importancia del proyecto vial sobre un patrón particular del drenaje puede ser negativa (-) y numéricamente baja entre 2 y 5, porque a pesar de intervenir el sistema de drenaje, lo hace de una forma no significativa (permite el drenaje en un porcentaje alto) (Leopold, 1971).

Una vez se ha terminado de rellenar la matriz, se deben someter a evaluación aquellas calificaciones por encima del valor absoluto entre 7 y 10. Dicha evaluación, al igual que el resto de las calificaciones, debe estar fundamentada sobre hechos o realidades, más que en las preferencias o intereses personales de los evaluadores o los responsables del proyecto. La matriz, sin excepción, debe incluir un documento técnico de soporte que justifique los valores numéricos asignados a la Magnitud y a la Importancia de los impactos, documento que debe tener en cuenta los siguientes aspectos (Leopold, 1971):

- Una completa descripción de las acciones del proyecto propuesto, incluida información técnica que permita evaluar cuidadosamente el impacto.
- Descripción de los impactos probables.
- Descripción de los impactos adversos que no se incluyeron en la matriz.
- Las alternativas existentes de las acciones del proyecto propuesto.
- Una descripción de la relación entre el uso del ambiente a corto plazo, y el mantenimiento y mejoramiento de la productividad.
- Nombrar cualquier impacto irreversible e irrecuperable, y los recursos afectados.
- Donde sea apropiado, una discusión de los problemas y objeciones al proyecto hechas por agencias gubernamentales, ONG's, e individuos comunidad.

Un error común al utilizar el método es totalizar las calificaciones de cada casilla. Leopold no aconseja tal medida por la incongruencia de adicionar o sustraer impactos entre sí. Por ejemplo la calificación de un impacto sobre la atmósfera producida por la liberación de partículas suspendidas que sea de (-48) no puede disminuirse o aumentarse con el impacto generado por la generación de empleos o cupos escolares cuya calificación sea de (20).

1.2.3 Listas de chequeo o checklist

Es la metodología más sencilla, pero no menos importante, para la identificación de impactos. Consiste en listas de impactos potenciales que varían desde los listados de

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

componentes ambientales, hasta los sistemas que incluyen la ponderación de importancias para cada factor, así como la aplicación de técnicas de escalas para los impactos de cada alternativa en cada factor (Canter, 2000).

Se utilizan en los EsIA primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más importantes que pueden tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto (Conesa, 1996) y disminuir el riesgo de excluir algún impacto. Su efectividad está directamente relacionada con el nivel de exhaustividad de la misma (Martín, 1999). Las listas de chequeo pueden tener las siguientes características:

– **Listas de Chequeo Simple:**

Son listas de los factores ambientales, actividades o efectos que deben ser tomados en cuenta en la valoración. No proporcionan información específica sobre los métodos de estimación o la predicción y valoración de los impactos; pueden estar elaboradas como listas o cuestionarios donde el evaluador escoge la respuesta dependiendo de la realidad observada (Tablas 7 y 8).

– **Listas de chequeo descriptivas:**

A diferencia de las listas de chequeo simple, contienen descripciones de los posibles impactos, facilitando la toma de decisiones por parte del equipo evaluador (Tabla 9). Son ampliamente utilizadas en los EsIA (Canter, 1998).

Tabla 7. Ejemplo de lista de chequeo simple

LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA PROYECTOS DE DESARROLLO	
1. Economía local	4. Servicios públicos y privados
<ul style="list-style-type: none"> - Balance fiscal de la hacienda local. - Empleo. - Salud. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua potable. - Cuidado Hospitalario. - Control delictivo. - Sensación de seguridad. - Protección de incendios. - Infraestructuras recreativas públicas. - Lugares recreativos informales. - Educación. - Transporte colectivo - Vías peatonales. - Transporte privado. - Comercio. - Servicios de energía. - Viviendas.
2. Medio Ambiente Natural	
<ul style="list-style-type: none"> - Calidad del Aire. - Calidad del agua. - Vida silvestre y vegetación. - Desastres naturales. 	
3. Valores Estéticos y culturales	
<ul style="list-style-type: none"> - Atractivos. - Oportunidades paisajísticas. - Lugares conocidos 	
5. Otros impactos sociales: Desplazamiento de población, Peligros especiales, Privacidad.	

Adaptado de Pardo, 2002

Tabla 8. Ejemplo de lista de chequeo simple, tipo cuestionario

PREGUNTA O CUESTIONAMIENTO		
1. Durante la fase de diseño, construcción, emplazamiento, funcionamiento o desmantelamiento, el proyecto puede generar:	SI	NO
a. Factor suelo:		
- ¿Cambios en el uso del suelo?		x
- ¿Eliminación de cobertura vegetal?	x	
- ¿Movilización de Carbono?		x
- ¿Transformación de la estructura?	x	
- ¿Transformación de la Textura	x	
b. Factor Agua		
- ¿Residuos Líquidos?	x	
- ¿Uso de agua superficial o subterránea de la zona de trabajo?		x
c. Factor Fauna		
- ¿Fragmentación de hábitats?	x	
- ¿Desplazamiento de poblaciones?		x
d. Factor Socio económico		
- ¿Empleos directos o indirectos?		x
- ¿Desplazamiento de población?		x
- ¿Cambios ingreso de población?	x	
- ¿Riesgos a la salud humana?	x	

Fuente: Canter, 1998

Tabla 9. Ejemplo (fragmento) de lista de chequeo descriptiva

IMPACTO/FACTOR	BASES PARA LA ESTIMACIÓN
1. Economía local: - Equilibrio fiscal público	Ingresos públicos: ingreso familiar esperado, según tipo de vivienda; valor agregado de la propiedad. Gastos públicos: análisis de demandas de nuevos servicios, costes actuales, capacidades disponibles, por servicio.
2. Medio Ambiente Natural: Calidad del Aire. Salud Cambios en la concentración de contaminantes del aire según frecuencia de la ocurrencia y el número de personas en riesgo Calidad del agua Cambios en los usos permisibles o tolerables del agua y el número de personas afectadas con el aprovechamiento de cada masa de agua	Concentraciones de emisiones actuales y esperadas, modelos de dispersión y mapas de población. Efluentes, concentraciones ambientales actuales, modelos de calidad del agua.

Fuente: Canter, 1998

1.2.4 Metodología Battelle – Columbus

Esta metodología fue creada en 1973 por los laboratorios Battelle-Columbus a solicitud de la oficina de rescate de tierras del Departamento del interior de Estados Unidos de América, como parte del informe final sobre sistemas de evaluación ambiental para planificación de recursos hídricos; inicialmente fue utilizada inicialmente para la valoración de impactos ambientales de grandes proyectos hidráulicos, como grandes presas o extensos regadíos (Arribas de paz, 2004).

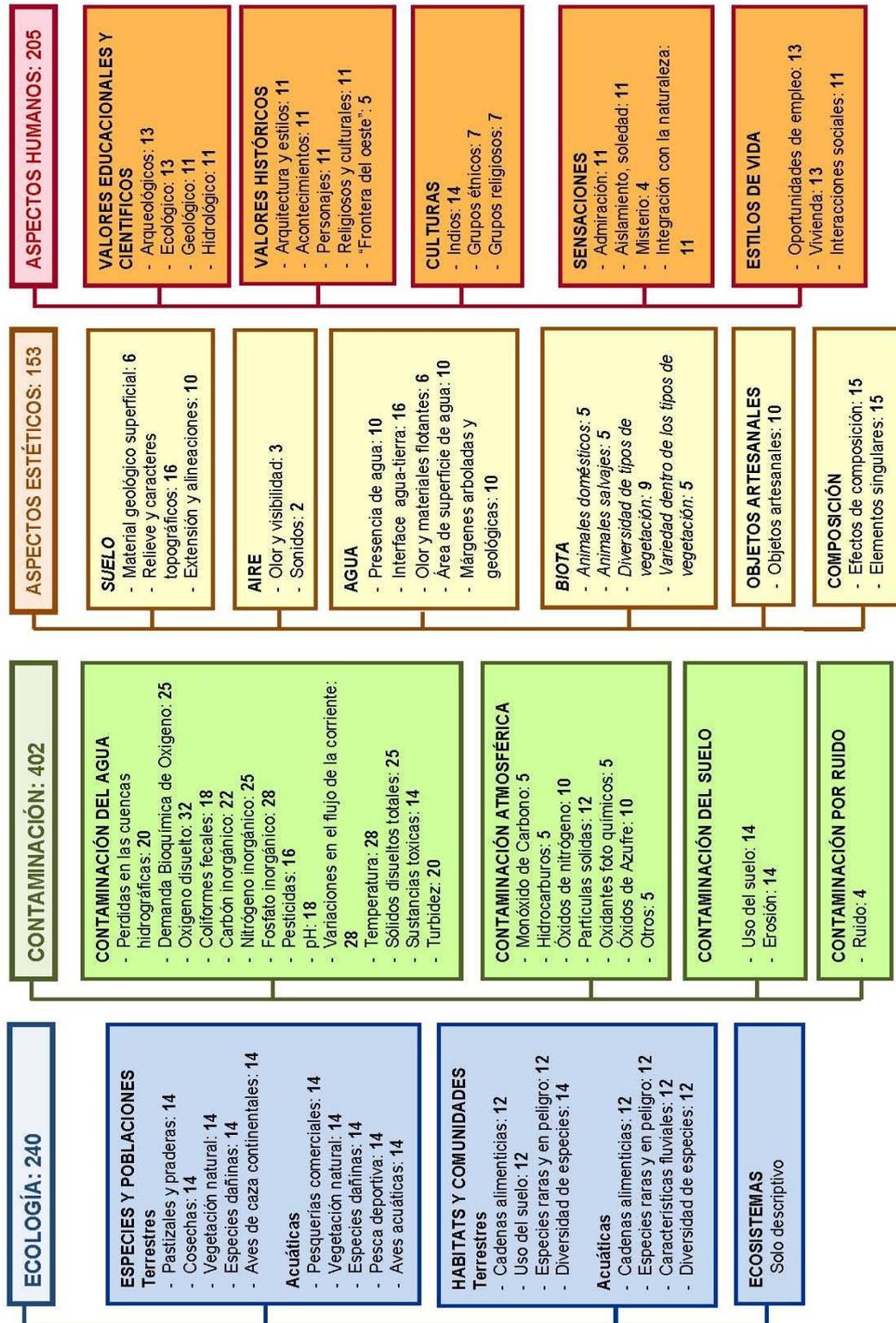
Complementa las ideas de la matriz desarrollada por Leopold y colaboradores, al valorar los impactos mediante indicadores de estado del componente ambiental afectado y ponderar la importancia del mismo dependiendo de la función o características dentro del sistema. Este sistema facilita la interpretación de los impactos al transformar los valores de los indicadores en medidas conmensurables dentro del rango (0-1), comparándolos con y sin proyecto.

La metodología se fundamenta en la organización de los componentes ambientales en un sistema de niveles. En el caso de proyectos de obras hidráulicas se distinguen 4 categorías o niveles, que se subdividen en 17 componentes y éstos en 78 parámetros o indicadores ambientales (Figura 6) (Dee, et al, 1973; BID-CED, 2001). Para proyectos diferentes a los hidráulicos se puede adaptar al contexto las categorías, los componentes y los parámetros o indicadores mediante un ejercicio interdisciplinario de consulta a expertos, grupo interdisciplinario de profesionales o similar.

Las etapas de la metodología de Battelle son las siguientes:

Primera. 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. La información puede consignarse en un formulario que contenga los ítems pertinentes (Tabla 10) (Gómez, 2003).

Segunda. Transformar 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.



Fuente: Dee eta, 1973; BID-CED, 2001

Figura 6. Sistema de ponderación de factores propuesto por el método de Battelle para proyectos hidráulicos

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Tabla 10. Formulario (fragmento) para la valoración de impactos mediante el método de Battelle

Localización del proyecto: _____								
Nombre del proyecto: _____								
Fecha de evaluación y Lugar evaluado: _____								
ECOLOGIA	Valor Unidad de Impacto Ambiental (UIA)			Señales de Alerta	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL			Señales de Alerta
	Con Proyecto	Sin Proyecto	Cambio Neto		Con Proyecto	Sin Proyecto	Cambio Neto	
ESPECIES Y POBLACIONES								
Terrestres							Monóxido de Carbono: 5	
Pastizales y praderas: 14							Hidrocarburos: 5	
Cosechas: 14							Oxidos de nitrógeno: 10	
Vegetación natural: 14							Partículas sólidas: 12	
Especies dañinas: 14							Oxidantes foto químicos: 5	
Aves de caza continentales : 14							Oxidos de Azufre: 10	
Acuáticas							Otros: 5	
Pesquerías comerciales: 14							Subtotal: 52	
Vegetación natural: 14							CONTAMINACIÓN DEL SUELO	
Especies dañinas: 14							Uso del suelo: 14	
Pesca deportiva: 14							Erosión: 14	
Aves acuáticas: 14							Subtotal: 28	
Subtotal: 140								

Fuente: Canter, 1998

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.

Tercera: 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.

Cuarta. 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. Se utiliza una sencilla ecuación para el cálculo de las Unidades de Impacto Ambiental (Ecuación 1) (Dee, et al, 1973; B. Bazartseren, 1999; BID-CED, 2001), 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**: Numero de parámetros ambientales.

$$\Delta (UIA) = \sum_{i=1}^m (CAi)_1 * UIP_i - \sum_{i=1}^m (CAi)_2 * UIP_i \quad (1)$$

Fuente: BID-CED, 2001

A continuación se recoge un ejemplo del cálculo de la calidad ambiental utilizado en la metodología de Battelle:

Se propone desarrollar un proyecto de operación de un frigorífico que genera entre otros efectos aguas residuales con altas concentraciones de materia orgánica; estos efluentes serán depositados sin tratamiento previo a una fuente de agua superficial lentic. Teniendo en cuenta las características del contaminante, se elige el indicador Oxígeno disuelto para generar un referente de Calidad Ambiental. El procedimiento es el siguiente:

Primera Etapa. Se toman muestras del agua superficial sin el proyecto, dando como resultado concentraciones promedio de Oxígeno disuelto de 7 mg/l. Para el valor del

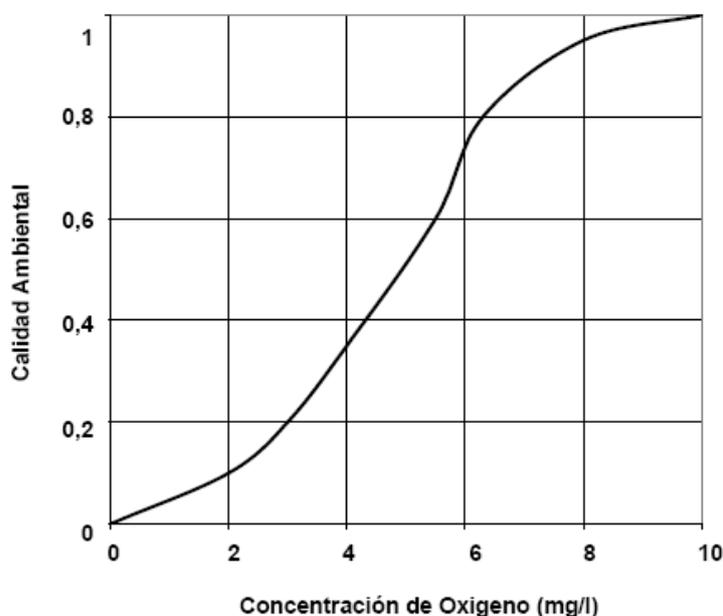
1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Oxígeno disuelto con el proyecto en funcionamiento, se asume por información de proyectos similares, que la concentración promedio de Oxígeno disuelto es 2 mg/l.

Segunda Etapa. Los valores promedio de concentración de Oxígeno disuelto se transforman en valores conmensurables utilizando la función de transformación para Oxígeno disuelto (Ecuación 2); de esa manera las Unidades de Calidad del agua sin proyecto corresponden a 0,9 y las Unidades de Calidad del agua con proyecto corresponden a 0,08 (Figura 7).

$$V = \left\{ \begin{array}{l} \frac{-x^2 + 2 * M\acute{i}n * x - 2M\acute{i}n^2}{(A - M\acute{i}n)^2} + 1 \\ \frac{x^2 + 2 * M\acute{a}x * x + 2M\acute{a}x^2}{(A - M\acute{a}x)^2} \end{array} \right. \quad (2)$$

Fuente: Garmendia, 2005



Fuente: Conesa, 1996

Figura 7. Grafica de la función de transformación para Oxígeno Disuelto en agua

Tercera Etapa: Se obtiene las Unidades de Importancia para el Parámetro Oxígeno disuelto (UIP), que corresponde a 32.

Cuarta Etapa. Se calculan las Unidades de Impacto Ambiental (UIA) para el factor Agua Superficial, incorporando los valores de ponderación (UIP) que corresponden a $[(0,08 * 32) - (0,9*32) = - 26,24]$, o sin los valores (UIP) que corresponden a $(0,08 - 0,9 = - 0,82)$, Con este resultado se indica que el impacto específico del parámetro Oxígeno disuelto en el agua superficial, debido al proyecto, es negativo y significativo, equivalente en valores absolutos a una disminución de 0,82 unidades en una escala de 0 a 1.

1.2.5 Metodología de las Empresas publicas de Medellín Colombia

Esta metodología fue desarrollada en Colombia a finales de la década de los noventa por la Empresas Publicas de Medellín, empresa líder en el país y el continente en la generación y transporte de energía eléctrica, para ser usado especialmente en proyectos hidroeléctricos; sin embargo puede ser utilizado para evaluar otro tipo de actividades, teniendo la previsión de hacer los ajustes necesarios. Se fundamenta en la metodología de Leopold para la identificación de los impactos y en el de Battelle cuando incorpora factores de ponderación de los elementos ambientales. Las etapas de la metodología son las siguientes:

Primera: Las actividades de proyecto, obra o actividad se dividen en acciones o labores semejantes para su ejecución, agrupándose en una misma definición, v.gr: para el caso de un proyecto hidroeléctrico se han establecido los siguientes componentes.

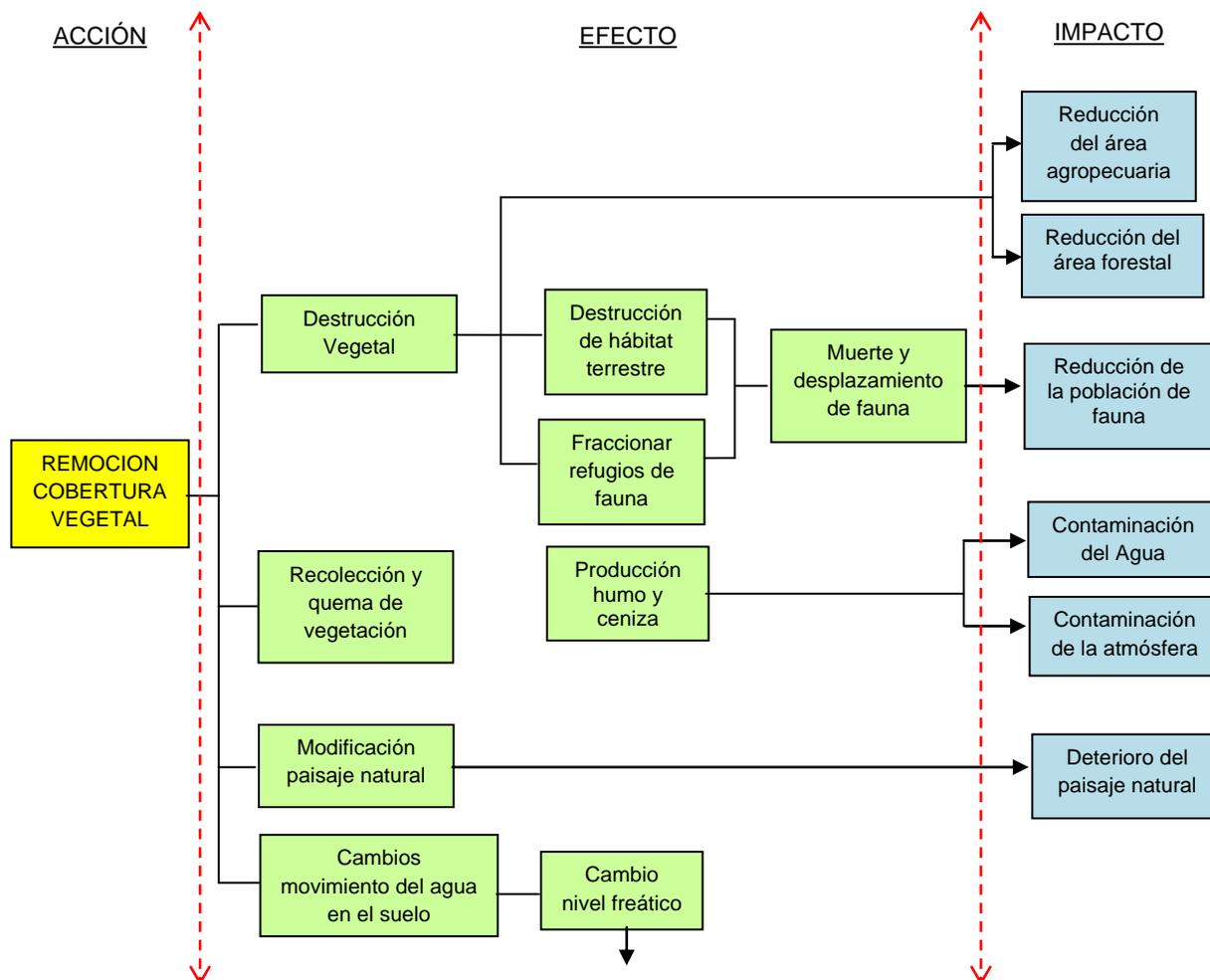
- Construcciones superficiales
- Construcciones subterráneas
- Construcción y adecuación de carreteras
- Suministro de materiales de construcción
- Montaje y operación de líneas de transmisión
- Adecuación de la zona de embalse
- Establecimiento y manejo de las zonas de protección
- Formación y estabilización del embalse
- Operación del embalse y la central

Segunda. Teniendo agrupadas las acciones del proyecto, se procede a la identificación de los impactos ambientales mediante diagramas de redes o de flujo, para establecer relaciones entre las acciones del proyecto y el ambiente. El diagrama de identificación se compone de tres elementos básicos que permiten construir el proceso secuencial que identificará los impactos: Acción, Efecto, Impacto (Figura 8).

1. **Acción.** Acciones o trabajos requeridos para la ejecución de las fases del proyecto, obra o actividad.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

2. **Efecto.** Es el proceso físico, biótico, social, económico o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y que puede producir cambios o alteraciones en las relaciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas.
3. **Impacto.** Es el cambio neto o resultado final (benéfico o perjudicial) que se produce en alguno de los elementos ambientales, por causa de los cambios generados por una determinada acción del proyecto.



Fuente: Modificado de Arboleda, 1998

Figura 8. Fragmento del Diagrama de flujo o de redes para la identificación de impactos ambientales utilizado en la metodología de las EPM

Tercera. Evaluación de los impactos. Los diagramas de redes o de flujo permiten obtener una lista de los impactos ambientales potencialmente generados por una determinada

acción o labor del proyecto, pero no indican nada sobre su significancia. En esta etapa se procede a evaluar cada impacto individualmente para valorar su significancia ambiental, mediante un índice de "Calificación ambiental" (Ca), obtenido con base en cinco criterios o factores característicos de cada impacto:

1. **Clase (C).** Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser Positiva (P ó +) o Negativa (N ó -), dependiendo de si mejora o degrada el ambiente actual o futuro.
2. **Presencia (P).** Como no se tiene certeza absoluta de que todos los impactos se presenten, la Presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda generarse y se expresa como un porcentaje de la Posibilidad de Ocurrencia.
3. **Duración (D).** Evalúa el período de existencia activa del impacto y sus consecuencias. Se expresa en función del tiempo que permanece el impacto (muy larga, larga, corta, etc.).
4. **Evolución (E).** Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde su inicio hasta que se hace presente con todas sus consecuencias; se califica de acuerdo con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable tiempo y se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con que se presenta el impacto (rápido, lento, etc.).
5. **Magnitud (M).** Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta cuantificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa (en porcentaje), una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto, la cual se puede obtener por dos procedimientos:

La aplicación de la metodología se hace comparando los elementos ambientales, con y sin proyecto, en un área de influencia del proyecto, obra o actividad. Por ejemplo, se puede comparar el área cultivada, o en bosques existentes en la zona de influencia, con el área afectada o destruida; también se puede comparar la longitud de un río con la longitud total de los cauces en el área de captación del proyecto. Utilizando las funciones transformación de la calidad ambiental propuestas en la metodología de Battelle, que califica la calidad actual de los diferentes elementos ambientales y se estima su afectación por el proyecto.

El grupo de trabajo de las Empresas Públicas de Medellín desarrolló una ecuación para el cálculo de la Calificación ambiental (Ecuación 3), que permitió obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios indicados, donde, Ca: Calificación ambiental (varía entre 0,1 y 10,0), C: Clase, expresado por el signo + ó - de

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

acuerdo con el tipo de impacto, P: Presencia (varía entre 0,0 y 1,0), E: Evolución (varía entre 0,0 y 1,0), M: Magnitud (varía entre 0,0 y 1,0), D: Duración (varía entre 0,0 y 1,0) y $a - b$: Constantes de ponderación que equilibraran los pesos de cada una de las partes de la ecuación cuya suma debe ser igual a 10.

$$Ca = C (P [aE M + bD]) \quad (3)$$

Fuente: Arboleda, 1998

Para la asignación de valores para cada uno de los componentes de la ecuación se han tenido como criterio una serie de ítems particulares (Tabla 11).

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de **Ca** será mayor que cero y menor o igual que 10. Este valor numérico se convierte posteriormente en una expresión que indica la importancia del impacto: muy alta, alta, media, baja y muy baja (Arboleda, 1998).

1.2.6 Metodología de la Valoración Cualitativa

Toda valoración, por definición, tiene algo de subjetividad, lo cual no significa que tenga que ser arbitraria. Las distintas técnicas de valoración de impactos intenta disminuir la subjetividad de las conclusiones justificando, de la mejor manera posible, todos los juicios de valor que realizan. En las técnicas de **valoración cualitativa** (Conesa, 1996; Duarte, 2000) se valoran de forma subjetiva, aunque el resultado obtenido sea numérico, una serie de cualidades de los impactos de cada una de las alternativas, asignando valores prefijados según esa cualidad sea alta, media o baja. Los valores obtenidos pueden volver a reflejarse en una matriz de cruce entre acciones y factores, que algunos autores denominan matriz de importancia y otros, índice de incidencia. La razón para llamar así a esta valoración cualitativa es que refleja la importancia (I) del impacto, midiendo la trascendencia de la acción sobre el factor alterado, mediante determinados atributos (Garmendia, 2005).

De manera general, esta metodología 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, que consisten en una matriz de doble entrada, en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas los factores ambientales susceptibles de recibir los impactos (Conesa, 1996).

Tabla 11. Rangos y valoración de los criterios de evaluación usados por EPM para proyectos hidroeléctricos

CRITERIO	RANGO	VALOR
CLASE	- Positivo (+) o Negativo (-)	
PRESENCIA	- Cierta	1,0
	- Muy probable	0,7
	- Probable	0,3
	- Poco probable	0,1
	- No probable	0,0
DURACION	- Permanente: Si es > de 10 años	1,0
	- Larga: Si es > de 7 años	0,7 - <1,0
	- Media: Si es > de 4 años	0,4 - <0,7
	- Corta: Si es > de 1 año	0,1 - <0,4
	- Muy corta: Si es < de 1 año	0,0 - <0,1
EVOLUCION	- Muy rápida: Si es < de 1 mes	0,8 - \leq 1,0
	- Rápida: Si es < de 12 meses	0,6 - <0,8
	- Media: Si es < de 18 meses	0,4 - <0,6
	- Lenta: Si es < de 24 meses	0,2 - <0,4
	- Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,0 - <0,2
MAGNITUD	- Muy alta: Si Mr (**) > del 80 %	0,8 - \leq 1,0
	- Alta: Si Mr varía entre 60 y 80 %	0,6 - <0,8
	- Media: Si Mr varía entre 40 y 60 %	0,4 - <0,6
	- Baja: Si Mr varía entre 20 y 40 %	0,2 - <0,4
	- Muy baja: Si Mr < del 20 %	0,0 - <0,2
IMPORTANCIA AMBIENTAL	- Muy alta:	Si Ca entre 8,0 - \leq 10,0
	- Alta:	Si Ca entre 6,0 - <8,0
	- Media	Si Ca entre 4,0 - <6,0
	- Baja:	Si Ca entre 2,0 - <4,0
	- Muy baja:	Si Ca entre 0,0 - <2,0
CONSTANTES PONDERACION		a = 7,0 b = 3,0

(**) Magnitud relativa

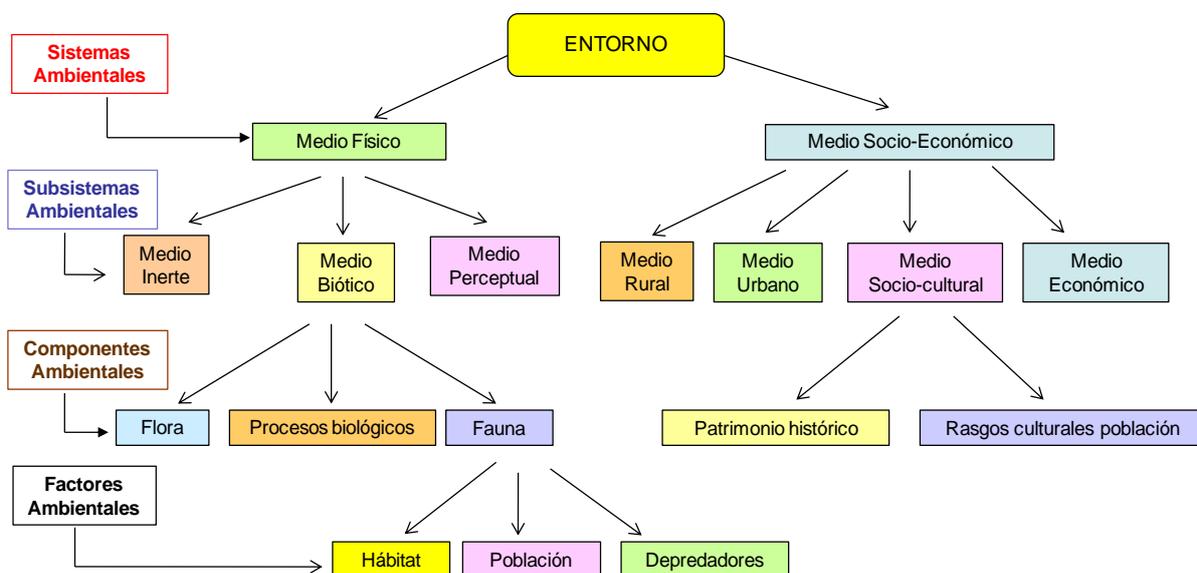
Fuente: Arboleda, 1998

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

La metodología puede resumirse en los siguientes pasos:

i. Identificación de los factores ambientales

Siendo el ambiente un macrosistema formado por la estructura y funcionamiento de múltiples subsistemas, su estudio resulta demasiado complejo para los EsIA. Para facilitar el proceso, sin detrimento de la objetividad, se divide en Sistemas; estos su vez en Subsistemas, los cuales se dividen en Componentes, que finalmente se dividen en Factores (Conesa 1996; Duarte, 2000) (Figura 9).



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. División de los componentes ambientales en la metodología de valoración cualitativa

La identificación de los factores ambientales permitirá estudiar las interacciones de las acciones del y el medio, y valorar el impacto ambiental. El grado de análisis o división de los Sistemas, subsistemas y componentes ambientales estará determinado por la información disponible y/o los objetivos del EsIA. Al respecto, Conesa (1996) y Garmendia (2005), sugieren un modelo de dos sistemas, cinco subsistemas y doce componentes ambientales, que facilitan el manejo de la metodología y que es pertinente para una propuesta metodológica genérica (Tabla 12).

Tabla 12. División detallada de los componentes ambientales en la metodología de valoración cualitativa

SISTEMA AMBIENTAL	SUBSISTEMA AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	Atmosfera
		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, 1996

ii. Identificación de las acciones del proyecto

El estudio del proyecto requiere subdividirse en Acciones, que pueden agruparse en Actividades, y éstas a su vez en Situaciones (Figura 10) (Duarte, 2000).

De las acciones susceptibles de generar impactos, se establecerán relaciones para cada fase del proyecto o actividad, acciones susceptibles de generar impactos en la fase de construcción, funcionamiento, desmantelamiento y abandono.

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
 - Por desplazamiento de la población
- Acciones que generan emisión de contaminantes:
 - A la atmósfera
 - A las aguas superficiales y subterráneas

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

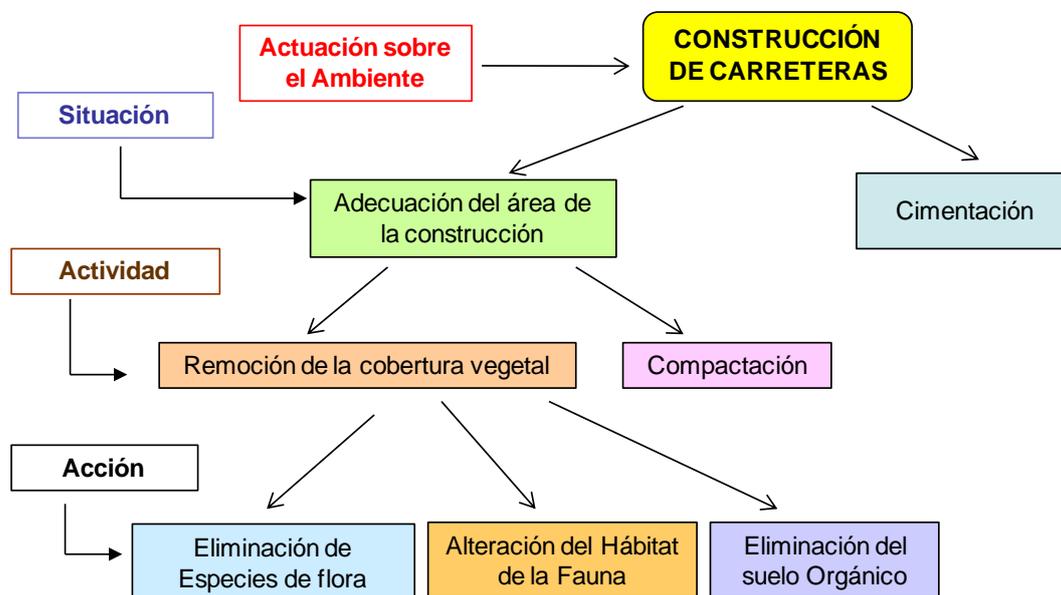
- Al suelo
- En forma de residuos sólidos
- Acciones derivadas del almacenamiento de residuos:
 - Dentro del núcleo de la actividad
 - Transporte
 - Vertederos
 - Almacenes especiales
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos:
 - Materia primas
 - Consumos energéticos
 - Consumos de agua
- Acciones que implican subexplotación de recursos:
 - Agropecuarios
 - Faunísticos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico:
 - Emigración
 - Disminución
 - Aniquilación
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje:
 - Topografía y suelo
 - Vegetación
 - Agua
 - Naturalidad
 - Singularidad
- Acciones que repercuten en las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Las acciones serán excluyentes, unas con respecto a las otras, de manera que incluyan acciones de análogo alcance, en cuanto a los efectos producidos sobre los factores del medio (Conesa, 1996).

iii. Identificación de los impactos de las acciones del proyecto sobre los factores ambientales

Cuando han sido categorizados los factores ambientales y las acciones del proyecto, 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; la identificación de los impactos permite escoger los impactos significativos que serán valorados posteriormente.



Fuente: Modificado de Duarte, 2000

Figura 10. División de los componentes del proyecto en la metodología de valoración cualitativa

La identificación de los impactos se hace con la ayuda de una matriz de doble entrada tipo causa-efecto; en sus columnas estarán ubicadas las acciones con potencial para generar impactos y en las filas los factores ambientales susceptibles (Conesa, 1996). La escogencia de los impactos significativos puede hacerse aplicando los criterios de la metodología de Leopold (1971) complementada con el uso de colores amarillo, rojo y verde para ubicar los impactos que serán valorados, o cualquier otra que permita la toma de decisiones sobre los impactos a los que se debe calcular el impacto ambiental total o global (Tabla 13).

iv. Determinación de la importancia de los impactos

La importancia de un impacto es el valor cualitativo del mismo, en función del grado de incidencia de la alteración producida, calculada a partir de los parámetros típicos de los impactos que son tomados en cuenta en la predicción y la toma de decisiones como (UNEP, 2002):

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

- Naturaleza: Positivo, Negativo, Directo, Indirecto, Acumulativos.
- Magnitud: Severo, Moderado, Bajo.
- Extensión: Área de influencia, Distribución.
- Tiempo: Duración en la Construcción, operación y desmantelamiento; Inmediato, Retardado, Taza de Cambio.
- Duración: Corto, Largo y Mediano plazo, Continuo.
- Reversibilidad e Irreversibilidad.
- Posibilidad de Ocurrencia: Posible, incierto.
- Significancia: Local, Regional, Global.

Tabla 13. Matriz de Identificación de impactos

FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES	ACCIONES CON POTENCIAL DE GENERAR IMPACTOS				
	A ₁	A ₂	A ₃	A _i	A _n
F ₁	F ₁ x A ₁	-7 - 8			4 8
F ₂	-		3 2	-	
F ₃		-			
F _j	-			F _j x A _i	
F _m		-			F _m x A _n

Fuente: Modificado de Conesa, 1996

Una vez identificados los impactos significativos, se procede a valorarlos cualitativamente en función de una serie de atributos de tipo cualitativo, con la finalidad de determinar el valor de la Importancia del impacto se calcula con la ecuación 4 (Conesa, 1996) u otra similar donde se incluyan o eliminen atributos y se cambien los pesos de los atributos (Garmendia, 2005), donde, **I**: Intensidad; **EX**: Extensión; **MO**: Momento; **PE**: Persistencia; **RV**: Reversibilidad; **RB**: Recuperabilidad; **SI**: Sinergia; **AC**: Acumulación; **EF**: Efecto; **PR**: Periodicidad.

$$I = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) \quad (4)$$

Fuente: Conesa, 1996

El significado de cada uno de los atributos es el siguiente (Conesa, 1996):

- **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.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

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 la 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).

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos (Tabla 14), los valores que se obtienen varían entre 13 y 100. El valor de la importancia permite calificar el impacto como irrelevante, moderado, severo o crítico (Tabla 15).

Se deduce que la valoración cualitativa es finalmente cuantitativa; de esta manera la importancia se calcula asignando números enteros a cada uno de los atributos identificados (Duarte, 2000).

v. Valoración Cualitativa de las acciones y los factores ambientales

Teniendo identificada y valorada la Importancia de cada uno de los impactos, se procede a la valoración cualitativa de los factores ambientales afectados y las acciones que generan los impactos (Conesa, 1996).

vi. 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.

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 el EsIA, valores estandarizados como los del sistema de ponderación de la metodología de Battelle o mediante consulta a expertos (Tabla 16).

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.

Tabla 14. Calificación de los atributos de los Impacto 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		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
- Indirecto	1	- Irregular o discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (RB)			
- De manera inmediata	1		
- A medio plazo	2		
- Mitigable	4		
- Irrecuperable	8		

Fuente, Modificado de Conesa, 1996

Tabla 15. Rangos de calificación de los impacto ambientales en la metodología cualitativa

RANGOS DE CALIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS	
Compatible	$0 \leq I < 25$
Moderado	$25 \leq I < 50$
Severo	$50 \leq I < 75$
Crítico	$I \geq 75$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. 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: Modificado de Conesa, 1996

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

- 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, 1996).

vii. 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 (Aquellas que tienen calificaciones negativas altas), las de menor potencialidad para generar impactos (Aquellas que tienen calificaciones negativas bajas) y las beneficiosas (Aquellas con valores positivos), pudiendo analizarse las mismas según los impactos generados sobre los factores ambientales (Tabla 17).

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 17).

Tabla 17. Matriz para la valoración de la importancia del impacto

FACTORES AMBIENTALES	UIP	ALTERNATIVA DEL PROYECTO 1				
		ACCIONES				TOTAL
		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: Modificado de Conesa, 1996

viii. Valoración Total de los impactos sobre los factores ambientales

La importancia Total de los impactos generados en los factores ambientales, que se presentan en la matriz de impactos (I_{Ri}), se calcula como la suma ponderada por columnas

de los impactos de cada una de las acciones sobre los factores ambientales. Las ecuaciones para el análisis detallado del cálculo de la importancia del impacto sobre los factores ambientales, se presenta en la tabla 18.

Tabla 18. Ecuaciones para el cálculo detallado de la importancia de los impactos

TIPO DE IMPORTANCIA	ECUACIÓN
Importancia Total (I_i) de los impactos generados por la acción (i)	$I_i = \sum_j I_{ij}$
Importancia Total ponderada (I_{Ri}) de los impactos generados por la acción (i)	$I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$
Importancia Total (I_j) de los impactos generados a cada factor ambiental (j)	$I_j = \sum_i I_{ij}$
Importancia Total Ponderada (I_{Rj}) de los impactos generados por la acción (i)	$I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$
Importancia Total (I) de los impactos generados por las acciones	$I = \sum_j I_j$
Importancia Total Ponderada (I_R) de los impactos generados por las acciones	$I_R = \sum_j I_{Rj}$

Fuente: Modificado de Conesa, 1996

1.2.7 Valoración cualitativa con análisis por técnicas difusas. *Aplicación de la Lógica Difusa en la EIA*

La versatilidad de la metodología cualitativa permitió que Duarte (2000a.b) hiciera una adaptación para mejorar objetividad de la asignación de los rangos de calificación de los impactos, incorporando el análisis mediante técnicas difusas.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

La EIA trata de predecir el modo en que un proyecto o actividad repercute sobre el entorno. Además, la incertidumbre está presente en muchas de las variables consideradas y unas expresan información cuantitativa (son numéricas) y otras, información cualitativa (son lingüísticas).

Las técnicas difusas son una herramienta eficaz y útil para abordar problemas donde imprecisión y vaguedad son inherentes, y también para tratar simultáneamente variables cualitativas y cuantitativas.

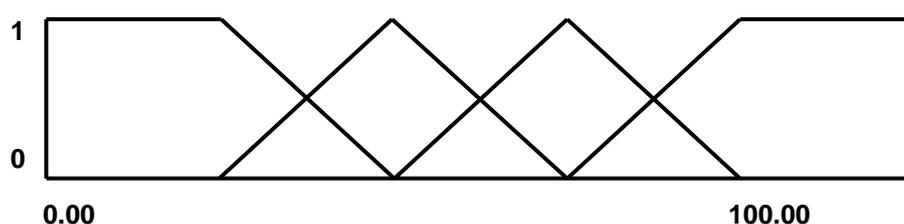
La metodología cualitativa presenta algunas deficiencias. Sus principales problemas vienen dados por su carencia de métodos para la manipulación de información lingüística y numérica simultáneamente. Los conjuntos difusos han sido utilizados desde hace varios años por su capacidad de representación para la información lingüística, así como para la representación de conceptos imprecisos, por lo que se propone la utilización de las técnicas difusas para solucionar las deficiencias de la metodología cualitativa o crisp. Las variables lingüísticas nos brindan una representación matemática adecuada para los conceptos vagos, aquellos para los cuales no pueden definirse los límites de manera exacta.

Muchas de las variables empleadas en los Estudios de Impacto Ambiental se refieren a conceptos vagos, por lo que se sugiere sean modeladas por variables lingüísticas. Por ejemplo, si consideramos la variable Importancia de un impacto que se valora como Irrelevante, Moderada, Severa o Crítica, etiquetas de semántica muy bien definida, la metodología crisp propone para diferenciarlas una clasificación por intervalos, empleando para ello el cálculo de un índice de importancia. Sin embargo si calculamos la importancia de dos impactos y resulta que para uno la importancia es 49 y para el otro 50, ¿son realmente tan diferentes para que la importancia del primer impacto sea Moderada y la del otro Severa?. Por el contrario, si se define la variable lingüística importancia del impacto, con las mismas cuatro etiquetas anteriores, representadas por los conjuntos difusos mostrados en la Figura 11, que aparece a continuación, se eliminan estos cambios bruscos.

La mayoría de las variables involucradas en los EsIA definen conceptos vagos por lo que resultaría más efectivo representarlas con variables lingüísticas. La representación crisp es insuficiente para modelar la imprecisión, sin embargo los números difusos (subconjunto de los Conjuntos difusos), permiten modelar la incertidumbre implícita en valores numéricos. Debe señalarse también que los números difusos son una extensión de los números crisp. La metodología de EIA que utiliza técnicas difusas, fue desarrollada en la Tesis Doctoral de

Duarte O. (2000), y propone modificar la metodología crisp, 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.



Fuente: Duarte, 2000

Figura 11. Variable lingüística Importancia del impacto

La metodología puede resumirse en las siguientes etapas:

i. Valoración difusa aproximada

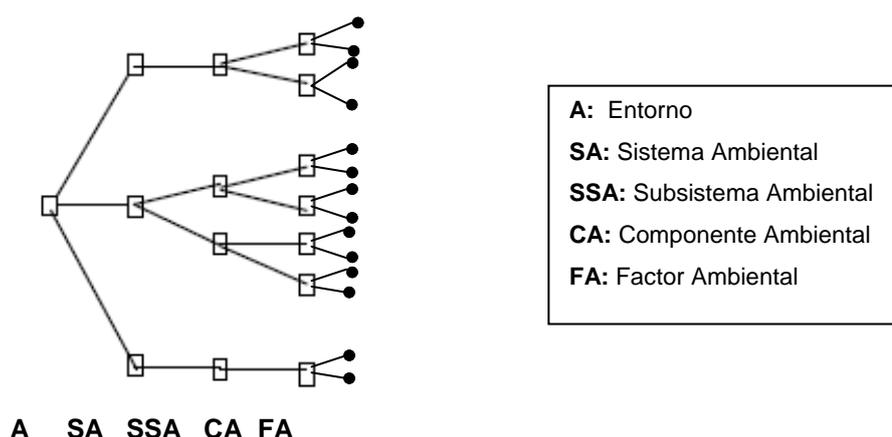
La etapa de Valoración Aproximada puede ser vista como una extensión de la fase Valoración Cualitativa de la metodología crisp, por lo que ambas etapas resultan semejantes en cuanto a su desarrollo.

Los pasos a seguir durante el desarrollo de esta etapa son:

- Descripción del Medio Ambiente como un conjunto de factores medioambientales.
- Descripción la actividad evaluada como un conjunto de acciones.
- Identificación de los impactos que provoca cada acción sobre cada factor medioambiental.
- Caracterización de la Importancia de cada impacto.
- Análisis de la importancia global de la actividad sobre el entorno.

ii. Identificación de Factores Ambientales

Para la descripción del entorno se propone una estructura jerárquica, con forma de árbol (Figura 12), 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.



Fuente: Duarte, 2000a

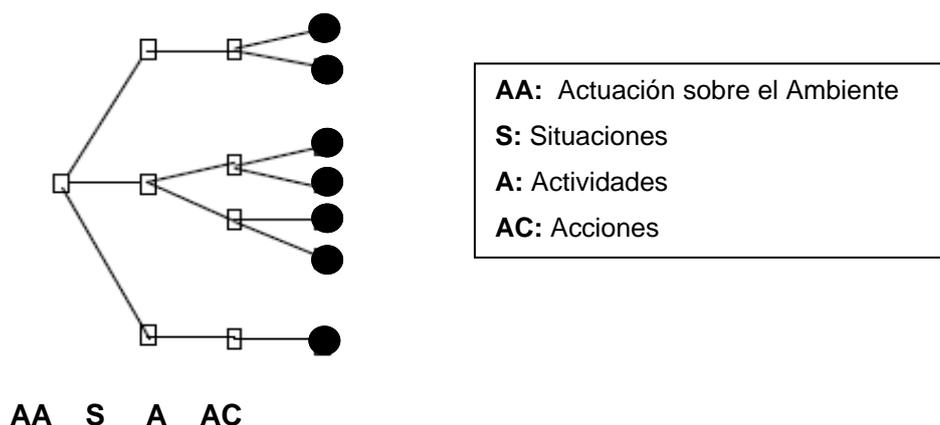
Figura 12. Árbol de división de los factores

Análogamente a como se hace en la metodología crisp, a cada factor se le asigna una medida de su importancia relativa al entorno, dada en Unidades de Importancia (UIP), debiendo ser 100 la suma de estos valores; pero con el objetivo de hacer más viable el proceso de asignación de UIP, se propone asignar 1000 UIP al nodo raíz del árbol, y luego definir los pesos de los nodos inferiores como un porcentaje del peso del nodo inmediatamente superior.

iii. Identificación de Acciones del Proyecto

Se propone representar las acciones por medio de una estructura jerárquica, y al igual que en la Identificación de Factores Ambientales (Figura 13) 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). Recordemos que en la metodología crisp se consideró un árbol de 4 subniveles (Actuaciones, Situaciones, Actividades y Acciones).

Para cada acción se identifican los impactos que tienen sobre cada factor ambiental lo que permite obtener la relación causa-efecto que identifica un impacto potencial cuya significación habrá de estimar después. Existen algunas técnicas para identificar estas relaciones causa-efecto, por ejemplo los cuestionarios generales o específicos, los escenarios comparados, las entrevistas en profundidad con expertos y la consulta a paneles de expertos representativos de los grupos de interés social afectados por el proyecto.



Fuente: Duarte, 2000a

Figura 13. Árbol de división de las acciones del proyecto

iv. 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.

Finalmente se analiza la importancia global de la actividad sobre el medio utilizando para ello las importancias individuales de cada impacto (Ecuación 5), 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 (se recomienda que la suma de los pesos sea igual a 1), y además 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. De este modo, el evaluador determina si el proyecto es compatible o no con el medio ambiente.

$$y = \sum_{i=1}^n f_i w_i g_i(x_i) + \sum_{i=1}^n (1 - f_i) w_i g_i(1 - x_i) \tag{5}$$

Fuente: Duarte, 2000a

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Los sistemas para el cálculo de la importancia de los impactos tendrán en común las siguientes características:

- Cada variable de entrada podrá definirse sobre un intervalo cualquiera de la recta real $[a_i, b_i]$.
- Internamente, el sistema efectuará un cambio de escala de los valores de entrada del intervalo $[a_i, b_i]$ al intervalo $[0, 1]$.
- La variable de salida del sistema será la *Importancia del Impacto*, y estará representada sobre el universo de discurso $[0, 1]$.
- Las variables lingüísticas de las entradas y de la salida deberán ser definidas por el usuario.
- La *Naturaleza* del impacto (si es Beneficioso o perjudicial) no será una de las variables de entrada, ya que ésta se empleará en el *Análisis Aproximado Global*.

v. *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, primero notaremos por IMP a un vector que contiene q Importancias Difusas (Ecuación 6), 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 .

$$IMP = [\# I_1 \# I_2 \dots \# I_q] \quad (6)$$

Fuente: Duarte, 2000a

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 crisp, un intervalo, una restricción difusa o cualquier palabra.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

- La salida tiene una relación creciente con todas las entradas.
- Se hace un preprocesamiento de cada entrada al sistema con la variable naturaleza del Impacto.

Se propone se utilicen los indicadores difusos que se listan en la Tabla 19, los cuales difieren en su función de razonamiento aproximado.

Tabla 19. Indicadores difusos para el cálculo de la importancia de los impactos

INDICADOR	<i>fra</i>	INTERVALO
Importancia Media	$y = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q x_i$	[-1,1]
Importancia relativa al entorno	$y = \sum_{i=1}^q P_i x_i$	[-a,a]
Importancia absoluta	$y = \sum_{i=1}^q P_i x_i$	[-b,b]
Importancia media ponderada	$y = \frac{\sum_{i=1}^q P_i x_i}{\sum_{i=1}^q P_i}$	[-1,1]
Importancia máxima (optimista)	$y = \max_{i=1, \dots, q} \{x_i\}$	[-1,1]
Importancia mínima (pesimista)	$y = \min_{i=1, \dots, q} \{x_i\}$	[-1,1]

Fuente: Duarte, 2000a

La metodología propuesta incluye una estrategia que permite caracterizar las medidas correctoras a tomar para que el impacto ambiental no sea excesivo. Para ello se calcula la *importancia* de las medidas correctoras que deben tomarse, para lo cual debe diseñarse una estrategia en la que el índice calculado esté incluido dentro de unos límites “aceptables”, establecidos por el usuario de la metodología.

La metodología propuesta por Duarte (2000a), desarrolla igualmente un software, denominado *TDEIA (Técnicas Difusas de Evaluación de Impacto Ambiental)* (disponible en

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

<http://arai.ugr.es/eiadifusa>); está elaborado en lenguaje C++, siguiendo una estrategia Orientada a Objetos, y mediante la herramienta de desarrollo de Borland 4.52. El resultado es un programa ejecutable en ambiente Windows de 32 bits que permite determinar los siguientes índices (Garrido, 2008):

- 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

Habiendo realizado el análisis de las principales metodologías para el desarrollo de procesos de EIA, se observa que cada una de ellas presenta fortalezas y debilidades desde el punto de vista técnico, económico y social. La elección dependerá de las exigencias legales y de la disponibilidad de tiempo, recursos y personal capacitado; sin embargo, para que una metodología sea válida desde la perspectiva de los objetivos fundamentales del proceso, debe cumplir mínimamente una serie características relacionadas con sus componentes, estructura, funcionamiento y seguimiento.

Igualmente el uso y/o la adopción de las metodologías, dependerá de las características del sistema de EIA, y de las condiciones físicas, bióticas y sociales donde se planea su utilización. De esa manera es importante desarrollar procesos de evaluación al sistema que permitan la identificación de posibilidades para mejorar la eficiencia del mismo.

La evaluación de los sistemas y metodologías de EIA de los países ha sido recomendada por diversas organizaciones como la Asociación Internacional para la Evaluación de Impacto Ambiental (Sadler, 1996), el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP, 2002) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2002). Para ello se han desarrollado diversas metodologías de evaluación para ser aplicadas tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, por ejemplo: Taiwán (Leu et al, 1996); Estonia y Noruega (Holm-Hansen, 1997); Reino Unido, Alemania, España, Bélgica, Dinamarca, Grecia, Irlanda, y Portugal (Barker and Wood, 1999); Estados Unidos y Canadá (Clark and Richards, 1999); República de Maldivias (Annandale, 2001); Egipto,

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ANTECEDENTES

Turquía y Túnez (Ahmad and Wood, 2002); Oriente Medio y Norte de África (El-Fadl and El-Fadel, 2004); Estado Fiji del Pacífico Sur (Turnbull, 2002); Grecia (Androulidakis and Karakassis, 2006); India (Paliwal, 2006); Sri Lanka (Samarakoon, 2008).

El capítulo siguiente, aborda la descripción de las metodologías para la evaluación de sistemas de EIA, y desarrolla una evaluación al sistema de Colombia con el fin de identificar las debilidades del mismo y proponer mejoras.

2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN COLOMBIA. ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

Con el 10 % de la biodiversidad mundial Colombia es considerado un país megadiverso (MMA, DNP, IAvH, 1998, Armenteras y Villareal, 2003). Es el segundo país más rico en especies del mundo después de Brasil, el cual posee más especies en una superficie siete veces mayor. Se estima que hay unas 48.000 especies, entre plantas, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; en promedio, una de cada diez especies de fauna y flora del mundo habita Colombia (Chaves y Arango, 1998). La diversidad es de tal magnitud, que la mayor parte de los ecosistemas que existen en el mundo están representados.

Esta diversidad de importancia local y mundial se encuentra altamente amenazada por las actividades humanas que han causado, entre otros impactos, la disminución de aproximadamente la mitad de la cobertura vegetal (Etter *et al*, 2006), la contaminación de las aguas costeras y la atmósfera (IDEAM, 2004) y, de manera directa, el aumento de la pobreza y la desigualdad social, por existir una relación íntima entre el ambiente y las condiciones de vida y oportunidades reales de las personas (PNUMA, GEO4, 2007). Por su fragilidad, riqueza biológica y alta cantidad de endemismos, Colombia debe ser considerado un país con alta prioridad de conservación ambiental a escala mundial, (Chaves y Arango, 1998).

Ante esta perspectiva, y motivado por acontecimientos a nivel mundial como la conferencia de Estocolmo de 1972 y la de Río de Janeiro de 1992, así como consecuencia de la entrada en vigor de la Constitución política de 1991, se ha venido construyendo en el país un sistema jurídico complejo con el fin de regular la relación de los particulares y el estado, especialmente en el diseño, ejecución, funcionamiento y desmantelamiento de proyectos y actividades que potencialmente pueden generar impactos negativos al ambiente.

Leyes como el Código de Recursos Naturales de 1974, la Constitución Política de 1991, la Ley 99 de 1993 que organizó el Sistema Nacional Ambiental e incluyó por primera vez en la legislación el concepto de EsIA, y los Decretos reglamentarios de los estudios ambientales, desde el 1753 de 1994 hasta el 1220 de 2005, son el marco jurídico de la EIA, principal herramienta en la toma de decisiones en relación a los impactos ambientales que los proyectos o actividades pueden generar, durante su construcción y en la fase de funcionamiento.

Este capítulo tendrá como objetivo analizar la evolución jurídica y conceptual del sistema de EIA en Colombia, así como llevar a cabo una evaluación del mismo con la finalidad de identificar sus fortalezas y debilidades.

2.1 ÁMBITO CONCEPTUAL

En Colombia cualquier tipo de proyecto o actividad económica que pertenezca a uno de los veintiuno (21) sectores/actividades de la producción de bienes y/o servicios establecidos en el Decreto 1220 de 2005 (Tabla 14, Columna 1), está obligado a solicitar Licencia Ambiental (LA), antes de su planificación, construcción, operación y desmantelamiento. Esta licencia es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución del proyecto, obra o actividad, obligando al beneficiario al cumplimiento de los requisitos, términos y condiciones relacionadas con la prevención⁶, mitigación⁷, corrección⁸, compensación⁹ y manejo de los efectos e impactos ambientales generados (Decreto 1220, 2005) (Figura 14).

La LA lleva implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables que sean necesarios (Decreto 1220 de 2005, Artículo 3º), y será otorgada por alguna de las autoridades ambientales facultadas: el MAVDT, las Corporaciones Autónomas, o las entidades

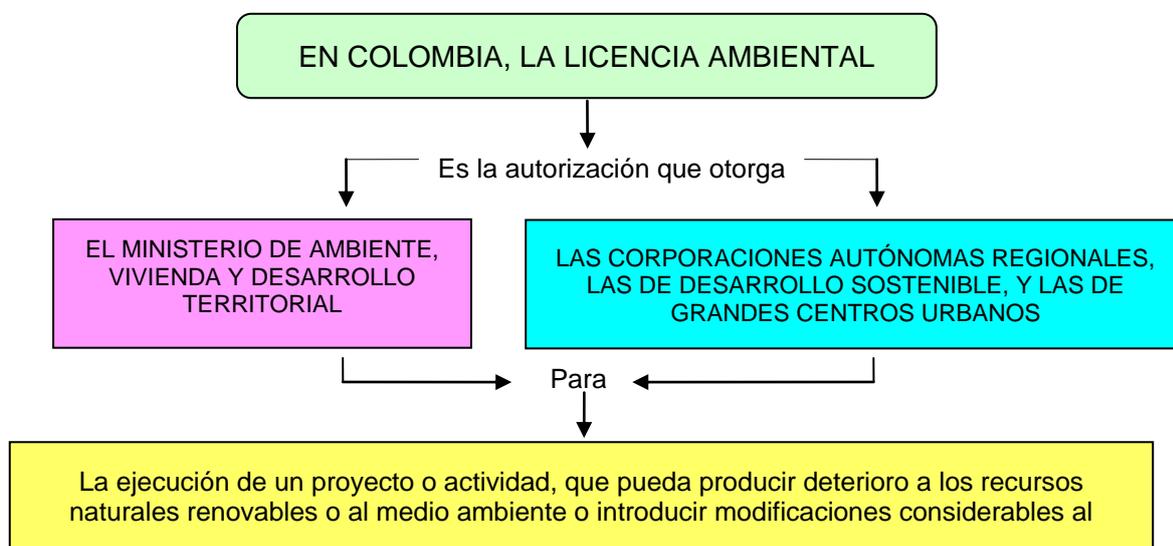
⁶ “**Medidas de prevención:** Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente”.

⁷ “**Medidas de mitigación:** Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente”.

⁸ “**Medidas de corrección:** Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad”.

⁹ “**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”.

ambientales locales autorizadas por la ley, dependiendo del ámbito productivo y la envergadura de la obra o actividad (Figura 15).



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Esquema que explica el concepto de LA en Colombia

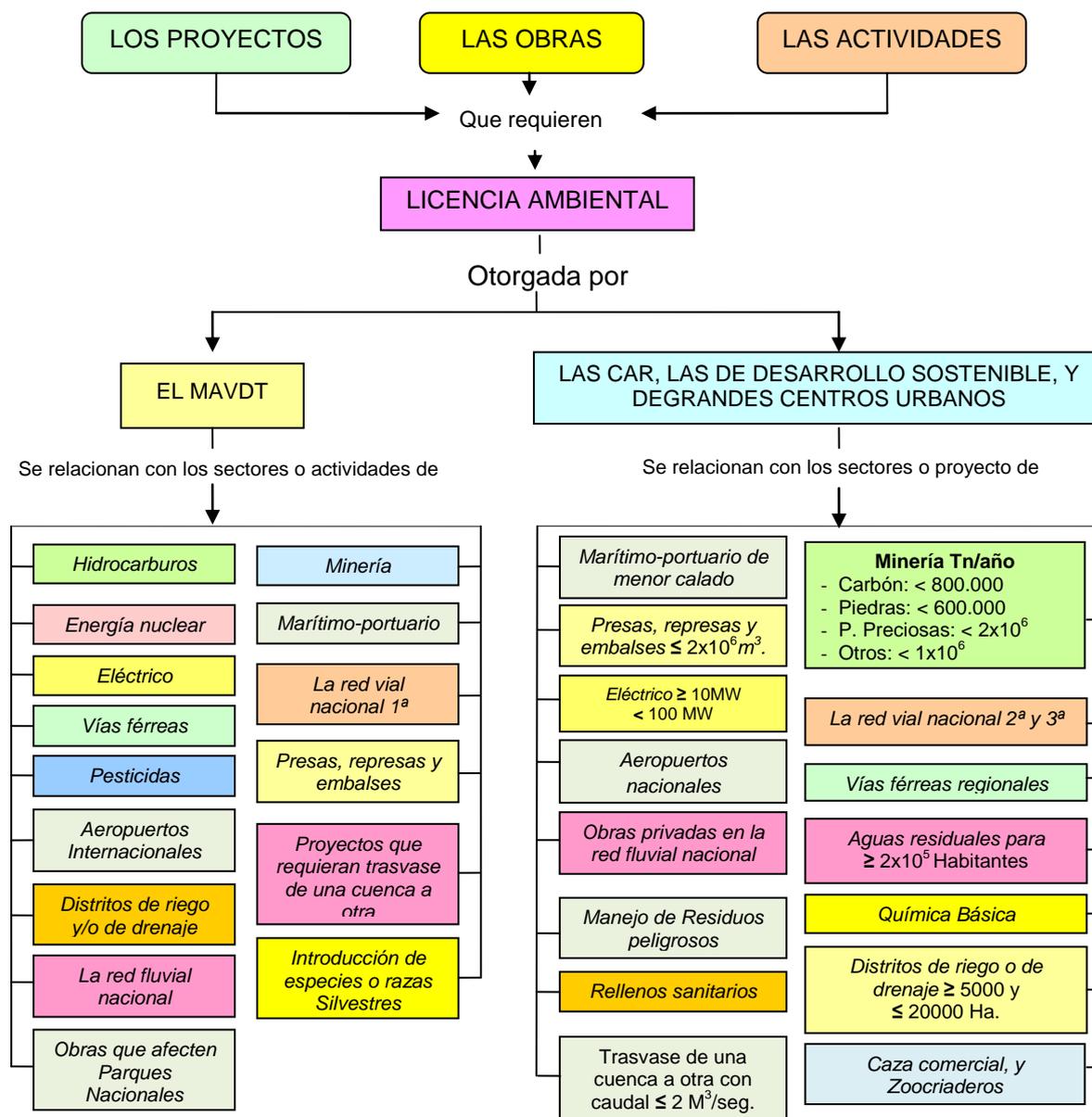
2.1.1 Procedimiento para el otorgamiento de Licencia Ambiental

En la Figura 16 se resume el trámite administrativo para la obtención de la LA en Colombia, regulado por el Decreto 1220 del año 2005. En primer lugar el peticionario solicitará a la autoridad ambiental competente la necesidad o no de presentar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA). Si lo necesita, procederá a su elaboración ajustándose a los términos de referencia (Instrucciones) para cada tipo de proyecto o actividad (Decreto 1220, 2005, Art 16)¹⁰; cumplido este trámite la administración elige la alternativa más adecuada desde el punto de vista ambiental, y sobre ésta, ordena la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) (Decreto 1220, 2005, Artículo 20)¹¹.

¹⁰ **Diagnóstico Ambiental de Alternativas.** “Tendrá como objeto suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. con el fin de... seleccionar la alternativa o alternativas que permitan optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos, efectos e impactos negativos que puedan generarse”.

¹¹ El EslA es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren LA y se exigirá en todos los casos en que se requiera LA de acuerdo con la ley....

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA



Fuente: Elaboración propia basado en Decreto 1220 de 2005

Figura 15. Esquema detallado del ámbito de jurisdicción de las autoridades ambientales en Colombia para la expedición de la LA.

En caso de no necesitarse el DAA, o una vez elegida la mejor alternativa, el peticionario procederá a la elaboración del EsIA, siguiendo para ello las instrucciones de los términos de referencia (Decreto 1220, 2005, Artículo 3)¹², y lo entregará a la autoridad competente acompañado del formulario único nacional de solicitud de LA.

¹² “Los términos de referencia son los fundamentos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales”.

Una vez presentado el EsIA, el solicitante cancelará un importe para que se proceda a su evaluación, pudiendo la autoridad ambiental, en todo este proceso, exigir mayor información y conceptos, relacionados con el proyecto o actividad, a las entidades gubernamentales o civiles de categoría técnica o académica.

Una vez que al solicitante se le haya aprobado la LA, puede iniciar las acciones del proyecto, obra o actividad, siguiendo las instrucciones oficiales.

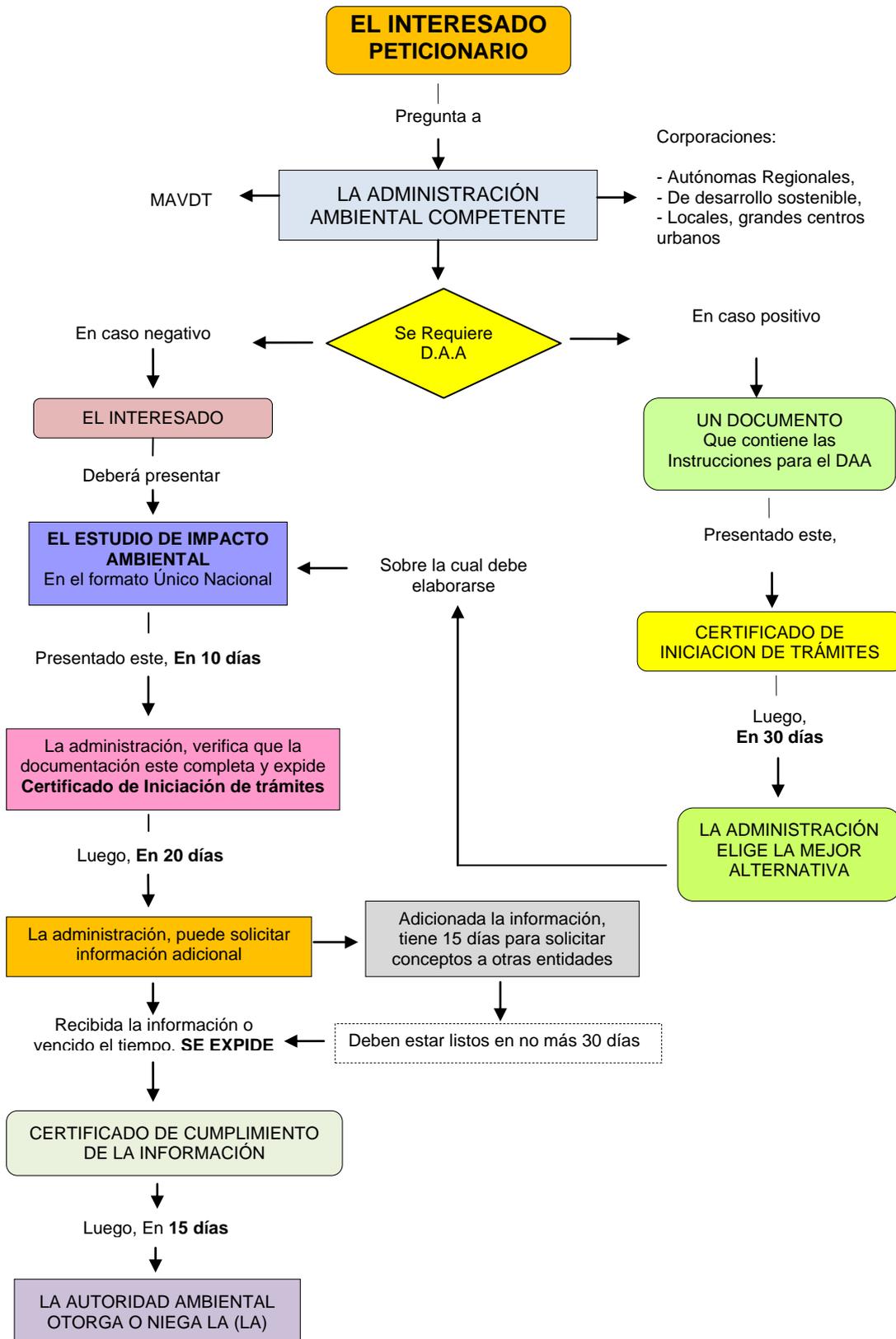
El EsIA es la herramienta para la toma de decisiones relacionadas con el proyecto, obra o actividad, y componente imprescindible para la expedición de la LA; contiene información relacionada con el entorno, biofísico y sociocultural, la identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales y los planes de manejo de los impactos ambientales generados (Figura 17), difiriendo de los conceptos internacionales, que incluyen los EsIA como parte de la EIA, y el DAA como un componente obligatorio de todo proceso de EIA.

2.2 ÁMBITO JURÍDICO

La introducción en la legislación colombiana del concepto de EIA, surge como respuesta a los compromisos firmados en el marco de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el medio humano, celebrada en Estocolmo-Suecia en 1972. Específicamente el principio 24 invita a la cooperación de los países 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 (ONU, 1972).

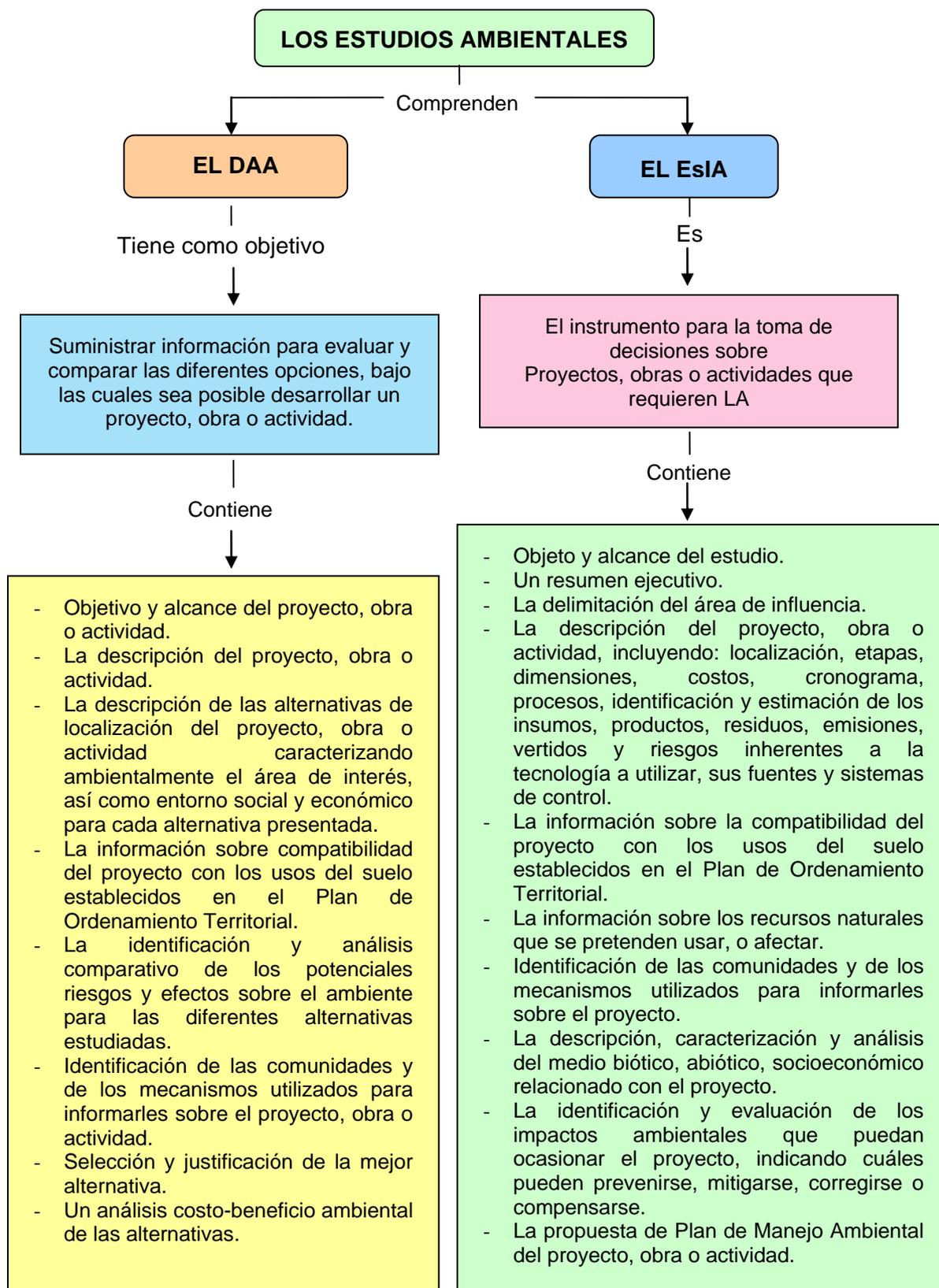
Se expide así el Decreto 2811 de Diciembre 18 de 1974, conocido como Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, primera ley que se promulga en Colombia para normalizar la política ambiental y poner en marcha acciones relacionadas con el manejo de los recursos naturales (Sánchez-Triana y Ortolano, 2001); en el título VI dedicado a la declaración de efecto ambiental, artículos 27 a 29 se hace alusión a los objetivos de la EIA, aunque sin nombrarla de manera directa (Decreto 2811, 1974, Artículo 28).

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA



Fuente: Elaboración propia basado en Decreto 1220 de 2005

Figura 16. Esquema del trámite administrativo para la obtención de LA en Colombia



Fuente: Elaboración propia basado en Decreto 1220 de 2005

Figura 17. Esquema del Contenido de los Estudios Ambientales en Colombia

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

En 1991 la nueva Constitución Política de Colombia que en cerca de 80 artículos, hace referencia al derecho de los ciudadanos a gozar de un ambiente sano, fija responsabilidades ambientales al Estado y la Sociedad civil y fomenta la participación ciudadana (MAVDT, 2002b), incluyendo criterios relacionados con la EIA (Constitución Política, 1991, Artículos 79-80)¹³; así mismo estimuló la creación de la Ley 99 de 1993, por la cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), se reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y se organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Esta ley introduce específicamente por primera vez el concepto de EsIA (Ley 99, 1993, “Artículo 57”) ¹⁴ dedicando todo el título VIII a las LA, específicamente en los artículos 49 al 62.

A partir de la Ley 99 de 1993, los EsIA y la EIA han sido reglamentados en sucesivas ocasiones en detrimento de las exigencias relacionadas con las metodologías de identificación y evaluación de los impactos ambientales, así como el número de sectores y actividades obligados a la solicitud de LA. Un análisis de esta legislación abarcando el periodo entre los años 1994 y 2006, permitirá dimensionar el problema.

2.2.1 Decreto 1753 de 1994

Posterior a la Ley 99 de 1993 se expide el Decreto 1753, reglamentario del título VIII de la ley 99. Este Decreto se caracterizó por abarcar una amplia gama de proyectos, obras y actividades, cuarenta y dos (42) en total, obligados a la presentación de EsIA, incluyendo el sector agropecuario, los textiles y otros que representan los sectores con el mayor número de unidades productivas del país (Tabla 20, Columna 1).

Una particularidad de este Decreto son las definiciones de elementos conceptuales que permiten una caracterización de los sistemas donde se desarrollarán los proyectos, obras y actividades, como *ecosistema crítico*, *ecosistema sensible*, *ecosistema de importancia ambiental* y *ecosistema de importancia social*, *análisis del riesgo*, *restauración y sustitución ambiental*, categorías que sirven como referentes al momento de la evaluación

¹³: Artículo 79 “Todas las personas tienen el derecho a gozar de un ambiente sano...”

Artículo 80: “El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental... Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situadas en las zonas fronterizas”.

¹⁴ **DEL EsIA:** “Se entiende por EsIA el conjunto de la información que deberá presentar ante la autoridad ambiental competente el peticionario de una LA. El EsIA contendrá información sobre la localización del proyecto, y los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por la respectiva obra o actividad, para cuya ejecución se pide la licencia, y la evaluación de los impactos que puedan producirse”

de los impactos ambientales, especialmente en el diseño de las actividades de los planes de manejo.

Incluyó tres tipos de LA: Ordinaria¹⁵, Única¹⁶ y Global¹⁷, dependiendo del tipo de permiso, autorización o concesión para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables.

Así mismo exigió a los proyectos, obras o actividades más invasivas y/o que presentan una mayor incertidumbre en las predicción de los impactos ambientales, por ejemplo las del sector de la minería a cielo abierto, la constitución de una fianza, que obligaba a una entidad aseguradora a responder por los daños ambientales, en el caso que el encargado de la actividad o proyecto, no pudiera asumir las responsabilidades pecuniarias respectivas. Esta fianza fue complementada por el seguro ecológico obligatorio para las actividades que requieran LA (Ley 491 de 1999); sin embargo hasta el año 2006 no se había exigido a ningún proyecto con LA concedida posterior al año 2002, por falta de reglamentación de la administración de las condiciones de la póliza de seguro y la cantidad de dinero asegurado (CGR, 2006).

En lo relacionado a la metodología para la EIA, no se incluyen instrucciones oficiales que permitan al solicitante de la LA desarrollarla de acuerdo a fundamentos gubernamentales.

Finalmente, ordena al MMA a establecer las instrucciones para presentar los EsIA y agrupar las actividades productivas que requieren EIA, de acuerdo a los Códigos de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) adoptado por la ONU y Colombia (DANE, 2006); esta clasificación permite agrupar las actividades, entre otras características, por el impacto ambiental potencial, además de permitir la inclusión de la información de la EIA en los indicadores de desarrollo sostenible y de crecimiento económico del país, orden que hasta la fecha de la entrada en vigor del Decreto 1220 de 2005, no se había cumplido.

¹⁵ **Licencia Ambiental Ordinaria:** LA que no incluye los permisos o autorizaciones para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables.

¹⁶ **Licencia Ambiental Única:** LA que incluye los permisos o autorizaciones, para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables, necesarios para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

¹⁷ **Licencia Ambiental Global:** Puede ser Ordinaria o Única. Es aquella LA, donde se autorizan todas las obras o actividades relacionadas con la explotación de campos petroleros y de gas (D. 1753 de 1994).

2.2.2 Decreto 1728 de 2002

Reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la LA, derogando el Decreto 1753 de 1994. Sus principales características se resumen a continuación.

Desaparece de las definiciones las referencias correspondientes a los tipos de ecosistemas, dificultando la valoración de impactos de acuerdo a la región natural del país en la cual se construyan u operen proyectos o actividades.

Excluye las categorías de LA ordinaria y LA única, manteniendo la LA global, lo cual fue beneficioso por la supresión de trámites burocráticos y la agilización de los procesos.

Lo más significativo de este Decreto se relaciona con la eliminación del requisito de LA, y por tanto de EsIA, a 18, más la actividad exploratoria del sector de la minería a cielo abierto, de las 42 sectores/actividades obligadas en el Decreto 1753 de 1994 (Tabla 14, Columna 2), y les exige a cambio registrarse “*ante la autoridad ambiental competente, en función de las guías ambientales*”. También se eliminó la obligatoriedad de póliza de cumplimiento o fianza al sector de la minería a cielo abierto.

Las guías ambientales mencionadas anteriormente no son ordenamientos jurídicos de obligatorio cumplimiento y se definen como “documentos técnicos de orientación conceptual, metodológica y procedimental para apoyar la gestión, manejo y desempeño ambiental de los proyectos, obras o actividades...” (Resolución 1023 de 2005, Artículo 2º); se constituyen en “instrumento de autogestión y autorregulación del sector regulado y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico, tanto para las autoridades ambientales como para la ejecución y/o el desarrollo de los proyectos, obras o actividades...” (Resolución 1023 de 2005, Artículo 3º). Estas guías tienen un apartado dedicado a la evaluación de impacto ambiental de manera descriptiva, sin presentar una metodología genérica o una particular para los proyectos o actividades; no obstante para la identificación de impactos ambientales recomienda el método matricial causa efecto, y para la valoración una serie de atributos cualitativos susceptibles de ser influenciados por el evaluador, por carecer de indicadores biofísicos y/o socioculturales del ambiente donde se construirá o entrara a funcionar el proyecto, obra o actividad.

2.2.3 Decreto 1180 de 2003

Reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la LA, derogando el Decreto 1728 de 2002. Sus principales características se resumen a continuación.

Deroga la obligatoriedad de los proyectos, obras o actividades relacionadas con la exploración minera, a estar conformes a las recomendaciones de la guía ambiental, respectiva para el sector o proyecto.

Incluye la necesidad de permiso (concepto previo en la ley Colombiana) del MAVDT, para proyectos, obras o actividades que se planeen desarrollar en humedales.

Excluye del registro ante la administración en función de las guías ambientales, a los proyectos desarrollados en las unidades político-administrativas de Colombia (Municipios, Departamentos) que tengan aprobados Planes de Ordenamiento Territorial (POT) o similares, eximiendo de LA y de EsIA aquellos proyectos, obras o actividades que se encuentren conformes al uso del suelo establecido en el POT (Tabla 14, Columna 3). Los POT no pueden sustituir los EsIA y la LA, y menos garantizar que no se generen impactos ambientales. Los POT son instrumentos que contienen “*el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo*” (Ley 388 de 1997), careciendo de Instrucciones técnicas y metodológicas para prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales que surgen de la interacción entorno-actividad humana, como lo hace el proceso de EIA.

De forma similar, elimina del requisito de registro ante la administración y de EsIA, a los proyectos municipales de saneamiento básico, relacionados con los sistemas menores de acueducto, alcantarillado, sistemas de tratamiento de aguas residuales, y la mayor parte de los proyectos, obras o actividades industriales.

Finalmente, este Decreto reconoce la necesidad de hacer los EsIA mediante una metodología objetiva, estableciendo que debe corresponder en su contenido y profundidad a las características del entorno del proyecto o actividad (Decreto 1180 de 2003); sin embargo no emite directrices sobre la metodología, los indicadores y el esquema de valoración de los impactos ambientales, dejando este compromiso a las instrucciones (términos de referencia) que la administración elabore a partir de la aprobación de este Decreto.

2.2.4 Decreto 1220 de 2005

Se constituye en la última reglamentación del título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la LA, derogando el Decreto 1753 de 1994, el 1728 de 2002, y el 1180 de 2003. Sus principales características se resumen a continuación.

Deja explícito el concepto de Estudios Ambientales (EsA), EsIA, y DAA.

En relación a la metodología para la EIA, recomienda seguir las instrucciones que la administración tiene para cada actividad obligada a solicitar LA, y a la metodología general para la presentación de EsA que el MAVDT debería haber tenido elaborada el 21 de octubre de 2006, pero que hasta la fecha de elaboración de esta memoria no ha sido publicada.

Este Decreto incluye la adopción de los criterios definidos en el manual de evaluación de EsA que el MAVDT y la Secretaria del Convenio Andrés Bello elaboraron para la evaluación de los estudios ambientales, por parte de las autoridades ambientales competentes. También recoge y la obligación del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología IDEAM de crear el Sistema de Información Ambiental con el fin de disponer de información para la EIA.

En cuanto a la participación de la comunidad en el proceso de otorgamiento de LA y elaboración del EsIA, se autoriza únicamente para proyectos y/o actividades que afecten áreas donde habiten etnias indígenas o negras (Decreto 1220 de 2005).

Al igual que los Decretos anteriores, el Decreto 1220 no obliga a los técnicos y profesionales que participan en el EIA a estar registrados ante la administración o tener licencia que garantice su idoneidad para este proceso (Tabla 20, Columna 4).

2.2.5 Términos de referencia para la elaboración de EsIA

La Ley 99 de 1993 que reglamentó de manera general la Gestión Ambiental en Colombia, y el Decreto 1220 de 2005, que de manera particular trata sobre los EsIA, no entran a desarrollar conceptos, modelos, métodos o técnicas sobre la Evaluación del Impacto Ambiental; simplemente ordenan la necesidad de indicar que impactos pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse, remitiendo esta labor específica a los términos de referencia, definidos como los fundamentos generales que la autoridad

ambiental señala para la elaboración y ejecución de los EsA (Decreto 1220 de 2005, Artículo 13).

Estas instrucciones, al igual que los Decretos para la expedición de LA y elaboración de EsIA, han sido modificados; en su última versión aparecen como documentos jurídicos de obligatorio cumplimiento, encontrándose disponibles a partir del 2006 para 29 actividades¹⁸, de los 21 sectores y actividades que requieren LA (Tabla 21).

Tabla 20. Sectores y/o actividades obligados a la solicitud de Licencia Ambiental, Decreto 1220 de 2005, 1728 de 2002, 1180 de 2003 y 1220 de 2005

Sectores y actividades obligadas al proceso de EIA Decreto 1753 de 1994	Exoneradas D. 1728 de 2002*	Exoneradas D. 1180 de 2003	En vigor D. 1220 de 2005
1. Construcción de Cementerios ^a	X ^d	X ^a	
2. Construcción de centros para almacenamiento y distribución de alimentos	X ^d	X ^a	
3. Desarrollo de Parcelaciones, Condominios y Conjuntos Habitacionales ^a	X ^d	X ^a	
4. Construcción de Hospitales	X ^d	X ^a	
5. Construcción de Presas, Represas o Embalses			X
6. Construcción de Sistemas de Acueducto para el abastecimiento de agua potable a más de 5.000 usuarios	X ^d		
7. Construcción de Sistemas de Transporte Masivo ^a	X ^d	X ^a	
8. Construcción y Operación de Sistemas de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento y Disposición final de Aguas Residuales.			X
9. Construcción, Modificación y Operación de Terminales para el Transporte Terrestre de Pasajeros y Carga ^a	X ^d	X ^a	

Continúa en la siguiente pagina

¹⁸ Este número es mayor que los 21 sectores y actividades obligadas a LA, debido a que los sectores agrupan mas actividades y los términos de referencia se hacen para actividades y no para sectores.

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

Continuación

Sectores y actividades obligadas al proceso de EIA Decreto 1753 de 1994	Exoneradas D. 1728 de 2002*	Exoneradas D. 1180 de 2003	En vigor D. 1220 de 2005
10. Diseño y Establecimiento de Complejos y Proyectos Turísticos, Recreacionales y Deportivos ^b		X ^a	
11. Sector Eléctrico Construcción y Operación de Centrales de Energía Eléctrica ; Exploración y Uso de Energías Alternativas Virtualmente Contaminante ; Tendido de líneas de Transmisión Eléctrica			X
12. Construcción y Operación de Distritos de Riego			X
13. Construcción y Operación de Sistemas de Almacenamiento, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Peligrosos			X
14. Proyectos para Almacenamiento de Sustancias Peligrosas, con excepción de los Hidrocarburos			X
15. Construcción y Operación de Sistemas de Manejo de Residuos Sólidos			X
16. Sector marítimo y portuario Construcción o Ampliación de Puertos Marítimos de gran calado; Obras o Actividades que requieren Licencia de la Dirección Marítima o de la Superintendencia General de Puertos			X
17. Construcciones, Modificación y Operación de Aeropuertos Internacionales y Nacionales y de Terminales Aéreas de Fumigación			X
18. Criaderos Comerciales de Fauna Silvestre			X
19. Introducción al País de Parentales para la Reproducción de Especies de Fauna y Flora Silvestre			X
20. Granjas Pecuarias, Acuícolas, Piscícolas y Avícolas	X		
21. Manipulación Genética y Producción de Microorganismos con fines comerciales	X		
22. Cultivo intensivo de Flores	X		

Continúa en la siguiente página

Continuación

Sectores y actividades obligadas al proceso de EIA Decreto 1753 de 1994	Exoneradas D. 1728 de 2002*	Exoneradas D. 1180 de 2003	En vigor D. 1220 de 2005
23. Diseño, Establecimiento de Centros Industriales y Zonas Francas	X		
24. Estaciones de Servicio, Depósito y Envasadoras de Combustibles	X		
25. Proyectos de Generación de Energía Nuclear			X
26. Manufactura de Madera y Muebles	X		
27. Manufactura de Papel, Imprentas y Editoriales	X		
28. Manufactura de Productos Alimenticios	X		
29. Manufactura de Productos Metálicos, Maquinaria y Equipos	X		
30. Manufactura de Textiles, Prendas de Vestir y Cuero	X		
31. Manufactura Metales Básicos	X		
32. Ejecución de Obras Públicas de la Red Ferroviaria Nacional y Regional			X
33. Ejecución de Obras Públicas de la Red Fluvial Nacional y Regional			X
34. Proyectos de la red vial Ejecución de Obras Públicas de la Red Vial Nacional y Regional			X
35. Producción e Importación de Pesticidas			X
36. Proyectos de Aprovechamiento Forestal ^c			
37. Proyectos de Reforestación y Silvicultura ^c			
38. Proyectos que Afecten los Parques Nacionales Naturales			X

Continúa en la siguiente pagina

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

Continuación

Sectores y actividades obligadas al proceso de EIA Decreto 1753 de 1994	Exoneradas D. 1728 de 2002*	Exoneradas D. 1180 de 2003	En vigor D. 1220 de 2005
39. Sector de la minería Ejecución de Proyectos de Pequeña, Mediana y Gran Minería incluyendo las Actividades de Exploración, Explotación, Beneficio, Transporte y Depósito de los Recursos Naturales No Renovables	X ^e		X
40. Sector de los Hidrocarburos Ejecución de Obras y Actividades de Exploración, Explotación, Transporte, Conducción y Depósito de Hidrocarburos, Construcción de Refinerías, Refinación de Petróleo			X
41. Sector Industria Química Básica 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
42. Proyectos que Requieren Transvase de una Cuenca a Otra.			X

a No requieren L.A, si existe POT aprobado en el sitio del proyecto

b Modificado por el Decreto 2183 de 1996.

c Derogado por el Decreto 1791 de 1996.

d Se derogan y deben seguir recomendaciones de la guía ambiental específica.

e Solo para actividades de minería exploratoria.

* La actividad trasplante de especies, subespecies o variedades de fauna acuática entre cuencas no conectadas, se incluyó en el Decreto 1728 de 2002 y se eliminó en el decreto 1180 de 2003, por ese motivo no se incluye en el listado de actividades obligadas al proceso de EIA, del Decreto 1753 de 1994..

Fuente: Elaboración propia basado en Decretos 1753/1994; 1728/2002; 1180/2003; 1220 de 2005.

En general los términos de referencia para la elaboración de los EsIA, que hasta el momento han sido sancionados, poseen una estructura muy similar, variando solamente en la información complementaria que corresponde a las características del proyecto o actividad (Figura 18).

En lo que respecta a la Evaluación de Impacto Ambiental, los términos de referencia actuales dejan a la libre elección del evaluador el tipo de metodología a utilizar, no obliga

para todas las actividades el uso de atributos mediante los cuales se califican los impactos y elimina la obligación de incluir indicadores cuantitativos entre lo más significativo (Tabla 22).

2.2.6 Manuales para la Evaluación de Estudios Ambientales

Con el fin de ofrecer una herramienta de consulta que permita a la administración ambiental de Colombia evaluar los EsIA, la Secretaría del convenio Andrés Bello de España y el MAVDT, publicaron en 2002, los manuales para la evaluación de EsA (MAVDT; SECAB, 2002c). Estos manuales contienen lineamientos para que los evaluadores puedan tomar decisiones sobre los contenidos y requisitos de los EsA y aprobar o rechazar la solicitud de LA. No obstante, estos manuales, en lo que respecta a la valoración del impacto ambiental, presentan solamente una serie de recomendaciones generales sobre los procedimientos para analizar los EsA que presentan los proponentes, sin brindar referencias valorativas, por ejemplo, con relación a los atributos mediante los cuales se han evaluado los impactos, las ponderaciones que reflejen las características de los componentes ambientales, la calificación que debe tener el EsIA de acuerdo a la metodología de evaluación escogida o los indicadores utilizados.

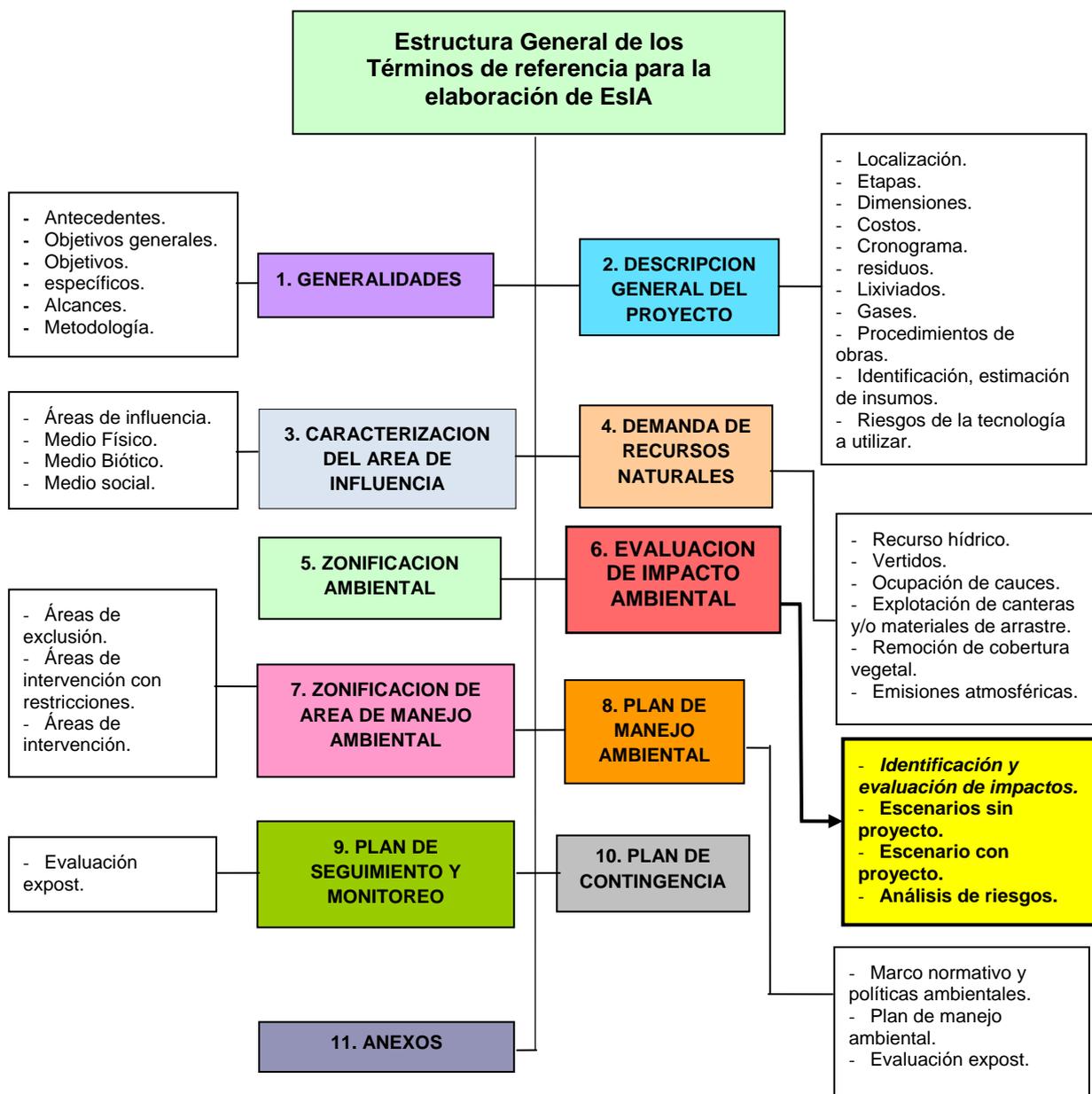
2.3 PRINCIPIOS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE EIA

Las deficiencias halladas en los sistemas de EIA de varios países, han dado lugar a que diversas organizaciones como la Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (IAIA) recomienden la evaluación de estos sistemas (Sadler, 1996). Con esta meta se han elaborado y aplicado diferentes metodologías, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, por ejemplo: Taiwán (Leu et al, 1996); Estonia y Noruega (Holm-Hansen, 1997); Reino Unido, Alemania, España, Bélgica, Dinamarca, Grecia, Irlanda, y Portugal (Barker and Wood, 1999); Estados Unidos y Canadá (Clark and Richards, 1999); República de Maldivias (Annandale, 2001); Egipto, Turquía y Túnez (Ahmad and Wood, 2002); Oriente Medio y Norte de África (El-Fadl and El-Fadel, 2004); Estado Fiji del Pacífico Sur (Turnbull, 2002); Grecia (Androulidakis and Karakassis, 2006); India (Paliwal, 2006); Sri Lanka (Samarakoon, 2008). Este tipo de investigación y sus referencias, se han desarrollado en menor extensión para la evaluación de los sistemas de EIA de países latinoamericanos (Ahmad and Wood, 2002; El-Fadl and El-Fadel, 2004), siendo inexistentes en el caso particular de Colombia; por esta razón llevar a cabo una evaluación al sistema de EIA Colombiano es prioritario en la investigación relacionada con la EIA, hace parte de los objetivos de esta memoria, y se desarrolla en este capítulo.

Tabla 21. Proyectos o actividades de la producción de bienes y servicios con disponibilidad de términos de referencia para la elaboración de EsIA

RESOLUCION	DOE	SECTOR / PROYECTO
1253 de 2006	46 366	1. Terminales entrega y estaciones de transferencia de hidrocarburos
1254 de 2006	46 366	2. Importación de pesticidas de tipo biológico para uso agrícola.
1255 de 2006	46 368	3. DAA proyectos puntuales.
1256 de 2006	46 368	4. Perforación exploratoria de hidrocarburos.
1259 de 2006	46 375	5. Introducción y cría de parentales de especies exóticas.
1269 de 2006	46 375	6. Construcción y operación de refinerías y desarrollos petroquímicos.
1270 de 2006	46 375	7. Traslado de agua de una cuenca hidrográfica a otra.
1271 de 2006	46 376	8. Construcción de vías férreas y variantes de la red férrea nacional
1272 de 2006	46 376	9. Dragado de canales de acceso a puertos marítimos.
1273 de 2006	46 376	10. Dragado de profundización de canales navegables y en deltas.
1274 de 2006	46 376	11. Construcción y operación de rellenos sanitarios
1275 de 2006	46 377	12. Conducción de fluidos por ductos en el sector de hidrocarburos
1276 de 2006	46 377	13. Terminales aéreos
1277 de 2006	46 377	14. DAA proyectos lineales
1278 de 2006	46 377	15. Construcción y operación de plantas de agroquímicos
1279 de 2006	46 378	16. Explotación de hidrocarburos
1280 de 2006	46 378	17. Construcción y operación de centrales hidroeléctricas generadoras.
1281 de 2006	46 378	18. Construcción y ampliación de puertos marítimos de gran calado.
1282 de 2006	46 378	19. Cierre de humedales activos
1283 de 2006	46 379	20. Túneles y sus accesos.
1284 de 2006	46 379	21. Construcción de presas, represas y embalses.
1285 de 2006	46 379	22. Construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas.
1286 de 2006	46 379	23. Construcción y operación de distritos de riego y/o drenaje
1287 de 2006	46 379	24. Construcción y operación de centrales térmicas generando energía eléctrica \geq 100 MW.
1288 de 2006	46 380	25. Tendido de líneas de transmisión eléctrica.
1289 de 2006	46 380	26. Construcción de carreteras.
1290 de 2006	46 380	27. Construcción de puertos fluviales.
1292 de 2006	46 381	28. Actividades de caza comercial
1293 de 2006	46 381	29. Introducción y aprovechamiento de especies exóticas

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia basado en Decreto 1220 de 2005

Figura 18. Estructura general de los términos de referencia para la elaboración de EslA en Colombia

Tabla 22. Resumen comparativo de los términos de referencias vigentes y derogados, para los Estudios Ambientales en Colombia

TERMINOS DE REFERENCIA DEROGADOS	TERMINOS VIGENTES
<p>a. Análisis de escenarios. Se llevará a cabo para dos escenarios, con y sin proyecto. La evaluación se apoyará en los niveles de vulnerabilidad de cada componente ambiental, entendiéndose por vulnerabilidad la capacidad del componente para afrontar, asimilar, adaptarse o aprovechar los cambios introducidos o potencializados por el proyecto.</p>	<p>a. Análisis de escenarios. Se analizarán dos escenarios: la determinación de impactos ambientales con y sin proyecto, estableciendo los indicadores de vulnerabilidad, sensibilidad y criticidad a fin de reconocer y precisar los impactos atribuibles al proyecto.</p>
<p>b. Metodologías para la evaluación de impactos. La evaluación de los Impactos Ambientales se hará utilizando cualquiera de las metodologías sistemáticas, más usadas, debiendo establecer indicadores apropiados para cada uno de los impactos identificados, resaltando los de sensibilidad, criticidad y de importancia ambiental y social. La estimación de los impactos debe ser registrada en cantidades medibles, con rangos y/o límites de confianza.</p>	<p>b. Metodologías para la evaluación de impactos Se debe describir la metodología de evaluación, indicando los criterios y señalando sus limitaciones. Dicha evaluación debe contar con sus respectivas categorías de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos.</p>
<p>c. Atributos para valorar los impactos. La calificación y jerarquización de los impactos (exigencia para 13 actividades) se hará teniendo en cuenta el Carácter (positivo o negativo), área de influencia, intensidad, sensibilidad, probabilidad, velocidad, duración y permanencia, tipo (directo, indirecto, acumulativo y/o residual), naturaleza, importancia, magnitud, carácter, reversibilidad, sinergia, mitigabilidad y compensabilidad. Se deberá describir la significancia o importancia de todos los impactos residuales</p>	<p>c. Atributos para valorar los impactos. Se exige solo para dos actividades (Construcción de vías férreas, Caza comercial) Calificar y jerarquizar cada uno de los impactos, teniendo en cuenta el tipo de impacto, área de influencia, intensidad, posibilidad de ocurrir, duración, permanencia, tendencia, importancia, reversibilidad, mitigabilidad. En relación con los impactos más significativos identificados, se analizarán los impactos acumulativos.</p>
<p>d. Tratamiento de las incertidumbres. Cuando exista incertidumbres acerca del proyecto y sus impactos sobre el ambiente, se realizarán y describirán las predicciones para el peor escenario.</p>	<p>d. Tratamiento de las incertidumbres. Cuando existan incertidumbres sobre la magnitud y/o alcance de algún impacto del proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir las predicciones para el escenario más crítico.</p>

Fuente: Elaboración propia basado en Decreto 1220 de 2005

Los principios y modelos para evaluar sistemas o procesos de EIA, se agrupan en dos grandes enfoques (Anandale, 2001):

1. **Análisis de los componentes y funcionamiento de las estructuras del sistema.** Focalizan la evaluación en los procesos administrativos, soportes jurídicos y en los componentes operativos de los EslA.
2. **Análisis de la implementación de las estructuras del sistema:** Evalúa el proceso, de acuerdo a los resultados que la EIA ha tenido sobre el estado actual del ambiente.

Teniendo en cuenta estos principios y modelos, especialmente el análisis de los componentes y funcionamiento de las estructuras del sistema, se han desarrollado diferentes estrategias para evaluar los sistemas de EIA teniendo cuenta: i). La efectividad del proceso de EIA (Ortolano, et al, 1987). ii). El funcionamiento de los procesos administrativos (Hollick, 1986; Wood, 1993, Annandale, 2001). iii). La inclusión de factores nacionales e internacionales que afectan el sistema de EIA (Leu et al, 1996). iv) La aplicación de buenas prácticas en la EIA reconocidas internacionalmente (Wood y Coppel, 1999; IAIA y IEA-UK, 1999) y, v). Las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas mediante el análisis DOFA (Paliwal, 2006).

2.3.1 Evaluación de la Efectividad de los sistemas de EIA

Tiene como fundamento teórico el concepto de efectividad, que se relaciona con la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera de los sistemas de EIA (DRAE, 2003); es la medida que permite examinar el grado de alcance de los objetivos propuestos, cuando se planifica e implementa un proceso de EIA.

Ortolano et al. (1987) introducen el concepto de efectividad en los sistemas de EIA, y usan la noción de mecanismos de control para evaluarla. Desde este enfoque la efectividad de un sistema de EIA depende, entre otros factores de:

- El marco normativo relacionado con la EIA, específicamente el cumplimiento de las normas procedimentales.
- La existencia de documentación adecuada.
- La utilización de Metodologías de EIA adecuadas.
- La influencia de la información ambiental sobre los diversos aspectos de la planificación y la toma de decisiones, incluida la formulación de planes alternativos, la selección de un plan propuesto, y la mitigación de impactos adversos.

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

- La existencia de una ponderación adecuada de los impactos ambientales relacionados con los factores físicos, bióticos, sociales, económicos y técnicos (Hirji y Ortolano, 1999).

La práctica ha demostrado que algunos sistemas de EIA no son eficaces si se evalúa únicamente la existencia de los componentes anteriormente presentados, debida a su escasa influencia en la toma de decisiones. Por ello se ha justificado la necesidad de mecanismos adicionales, para lo cual la eficacia puede evaluarse de manera complementaria desde el concepto de “*control*”, determinado por la existencia de procesos y/o estructuras encargadas de garantizar que los impactos identificados y valorados sean tenidos en cuenta en el proceso de toma de decisiones. Estos procesos o estructuras de control (Ortolano et al, 1987) son:

- a. Control Judicial.** Se refiere al tribunal u otro organismo superior, que tenga la facultad de ejercer autoridad en la administración ambiental encargada de vigilar el sistema de EIA.
- b. Control de procedimiento.** La administración ambiental promulga procedimientos de EIA detallados y científicamente soportados, y vigila el cumplimiento de los mismos por parte del proponente.
- c. Control de la evaluación.** La administración ambiental toma decisiones sobre la base de una evaluación del desempeño del proponente del proyecto, con relación a los requerimientos de la EIA.
- d. Control Instrumental.** Instituciones financieras públicas o privadas ofrecen incentivos materiales al organismo rector o proponente del proyecto, a cambio de la ejecución de tareas necesarias que incluyen la EIA.
- e. Control Profesional.** Los planificadores de proyectos tienen estándares profesionales y códigos de ética de comportamiento, que incluyen la realización de EIA, además de la existencia de mecanismos que garanticen la idoneidad de estos profesionales o técnicos.
- f. Control Público directo y Organismos externos.** Grupos de ciudadanos y organismos externos ejercen presión para influir en el organismo rector de la EIA, fuera del marco de los anteriores controles. Se recomienda que en el desarrollo de cada uno de los mecanismos esté presente la participación del público sin restricciones ni discriminación.

Teniendo en cuenta lo anterior, la efectividad estaría relacionada con la interacción de los componentes del sistema de EIA y los mecanismos de control que vigilan de manera continua el cumplimiento del proceso.

2.3.2 Principios de buenas prácticas en la EIA

La Asociación Internacional para la Evaluación de Impacto y el Instituto de Evaluación de Impacto del Reino Unido (IAIA y EA-UK, 1999), sugieren una serie de principios amplios y genéricos, no prescriptivos, aplicables en todos los niveles y tipos de proyectos, con el fin de dar calidad a los procesos de EIA, y a los que denominan *Principios de Buenas Prácticas de Evaluación de Impacto Ambiental*. Su objetivo es promover la práctica efectiva de la EIA en armonía con el proceso institucional y las leyes o acuerdos que están en vigor en los distintos países, teniendo en cuenta los límites de tiempo disponible, información y recursos. Estos principios se dividen en *básicos* y *principios de funcionamiento u operativos*:

- i. **Básicos.** Poseen componentes actitudinales y éticos, se deben incluir de manera transversal en todas las etapas de la EIA. Teniendo en cuenta estos principios, la EIA debería ser:
 - **Propositiva:** el proceso debe informar las decisiones tomadas y los resultados en relación a la protección del ambiente y el bienestar de la comunidad.
 - **Rigurosa:** el proceso debe aplicar buenas prácticas científicas, utilizando metodologías y técnicas apropiadas para abordar los problemas objeto de investigación.
 - **Práctica:** el proceso debe generar información y productos que ayuden a la solución de problemas y adecuado para poder ser aplicados por los proponentes.
 - **Relevante:** el proceso debe dar suficiente y fiable información para el desarrollo y la planificación del EIS y la toma de decisiones.
 - **Costo-Efectividad:** el proceso de alcanzar los objetivos de la EIA dentro de los límites de la información disponible, el tiempo, los recursos y la metodología.
 - **Eficiente:** el proceso debe imponer el mínimo costo en términos de tiempo y finanzas a los proponentes y participantes en conformidad con las necesidades y objetivos de la EIA.
 - **Enfocada:** el proceso debe concentrarse en los efectos ambientales significativos y las cuestiones fundamentales, es decir, los temas que hay que tener en cuenta en la toma de decisiones.
 - **Adaptativa:** el proceso debe ajustarse a las realidades, y circunstancias de las propuestas bajo revisión, sin comprometer la integridad del proceso, y ser reiterativos incorporando las lecciones aprendidas a lo largo del ciclo de vida de la propuesta.

- **Participativa:** el proceso debe generar oportunidades apropiadas para informar e implicar a los interesados y el público afectado, y sus aportaciones y preocupaciones deben ser incorporadas explícitamente en los informes y la toma de decisiones.
 - **Interdisciplinaria:** el proceso debe garantizar que las técnicas adecuadas y los expertos en las disciplinas biofísicas y socio-económicas sean empleados, incluido el uso de los conocimientos tradicionales.
 - **Creíble:** el proceso debe llevarse a cabo con profesionalidad, rigor, imparcialidad, objetividad y equilibrio, y ser objeto de controles y verificación independientes.
 - **Integral:** el proceso debe abordar la interrelación de la vida social, económica y aspectos biofísicos.
 - **Transparente:** el proceso debe tener claro, y fácilmente entendible los requerimientos de contenido de la EIA; garantizar acceso de la información al público, identificar los factores que deben tenerse en cuenta en la toma de decisiones, y reconocer limitaciones y dificultades.
 - **Sistemática:** el proceso debe tener en cuenta toda la información relevante sobre el medio ambiente afectado, las propuestas alternativas y sus impactos, y las medidas necesarias para vigilar e investigar los efectos residuales.
- ii. **Funcionamiento u Operativos:** Permiten desarrollar la EIA e incluyen:
- **Screening:** para determinar si una propuesta o proyecto debe estar sujeta a la EIA y, en caso afirmativo, en qué nivel de detalle.
 - **Scoping:** para identificar que actividades, e impactos pueden ser importantes con el fin de establecer los términos de referencia para EIA.
 - **Examen de alternativas:** para establecer la mejor alternativa del proyecto o actividad, desde la perspectiva ecológica y ambiental.
 - **Análisis de Impactos:** para identificar, predecir y valorar los efectos ambientales físicos, bióticos, sociales, económicos y culturales probables, relacionados con la propuesta.
 - **Mitigación y Manejo de Impactos:** para establecer las medidas que sean necesarias para prevenir, minimizar o compensar los impactos adversos e incorporarlos en el plan o sistema de gestión ambiental.
 - **Evaluación de significancia:** para determinar la importancia relativa y la aceptabilidad de los impactos residuales (impactos que no pueden ser mitigados).
 - **Preparación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA):** para documentar con claridad e imparcialidad los impactos de la actividad; la propuesta de medidas de

mitigación, la significación de los efectos, y las preocupaciones del público interesado y las comunidades afectadas por la propuesta.

- **Revisión del EsIA:** para determinar si el EIS cumple con los términos de referencia, ofrece una satisfactoria evaluación de la actividad y contiene la información necesaria para la toma de decisiones.
- **Toma de Decisiones:** para aprobar o rechazar la propuesta y para establecer los términos y condiciones para su aplicación.
- **Seguimiento:** para garantizar que los términos y condiciones de aprobación de la actividad se cumplen; para vigilar los impactos del desarrollo de la actividad y la eficacia de las medidas de mitigación; para reforzar las futuras aplicaciones de la EIA y las medidas de mitigación y, cuando sea necesario, para llevar a cabo auditoría ambiental y evaluación del proceso con el fin de optimizar la gestión del medio ambiente.

2.3.3 Principio de efectividad de procesos de EIA

Hollick (1986) y Sadler (1996) proponen los principios para el diseño y desarrollo de procesos de EIA efectivos, que incluyen:

- **Mandato claro y disposiciones:** mandatos creados en la ley, incluyen requisitos específicos exigibles y prescriben las responsabilidades y obligaciones de los proponentes y las demás partes.
- **Metas y objetivos explícitos:** un propósito claro y dedicación para lograr la protección del ambiente y/o el desarrollo sostenible.
- **Aplicación uniforme y consistente:** se aplica automáticamente a todas las propuestas y acciones con efectos o consecuencias ambientales potenciales.
- **Nivel apropiado de evaluación:** amplía el grado de importancia ambiental y el alcance de las preocupaciones del público asociadas con una propuesta.
- **Alcance pertinente de las consideraciones del proyecto:** examina todas las opciones pertinentes para el ambiente y los aspectos de una propuesta, incluidos los efectos acumulativos, las interrelaciones socio-económicas, culturales y los factores de salud, además de las implicaciones de sostenibilidad.
- **Flexibilidad en la solución de problemas:** adaptarse para hacer frente a una serie de propuestas, temas y situaciones relacionadas con la toma de decisiones.
- **Apertura de procedimientos de facilitación:** transparente y de fácil acceso, con un registro de decisiones y diferentes oportunidades para la participación del público en las etapas clave.

- **Apoyo necesario y orientación:** nivel necesario de recursos y guías de procedimientos para llevar a cabo evaluaciones de conformidad con los requisitos, principios y estándares de buenas prácticas.
- **Estándares de buenas prácticas:** realizadas con profesionalismo, objetividad y credibilidad. Identificadas como buenas prácticas con impacto en la ciencia, la consulta pública y el proceso de la administración.
- **Aplicación eficiente y previsible:** aplicada de forma oportuna para fomentar la certidumbre, y minimizar la demora, evitando cargas innecesarias a los proponentes.
- **Seguimiento y retroalimentación:** medidas explícitas para el cumplimiento de las disposiciones, supervisión de los efectos, gestión de impactos, auditoría y evaluación del rendimiento.
- **Resultados rentables:** promover acciones que garanticen la protección del ambiente con el mínimo costo para la sociedad.

2.3.4 Modelo de factores nacionales e internacionales que afectan el Sistema de EIA

Leu et al. (1996), en su evaluación del sistema de EIA de Taiwán, establecen como modelo una serie de factores que permiten evaluar el nivel de adopción y aplicación de los componentes del sistema de EIA de un país. Estos factores pueden agruparse en siete categorías:

1. **Políticas, regulaciones y directrices ambientales:** En esta categoría se incluyen cinco factores internos: i). Fundamento jurídico. ii). Directrices técnicas. iii). Selección de criterios. iv). Formato y contenido del EsIA. v). EsIA y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), y tres factores internacionales: i). Directrices internacionales. ii). Organismos donantes, iii). Acuerdos regionales, y convenios internacionales.
2. **Marco administrativo:** Esta categoría se compone de dos factores internos: i). Administración central ambiental. ii). Autoridades regionales, y un factor internacional: i). Organismos donantes internacionales.
3. **Procedimiento de EIA:** Incluye siete factores internos: i). Screening. ii). Scoping. iii). Preparación de la EIA. iv). Consulta pública. v). Revisión de la EIA. vi). Toma de decisiones. vii). Recursos y solución de controversias. También incluye un factor internacional: i). Exigencias de los organismos internacionales donantes.
4. **Papel de los actores involucrados:** Esta categoría comprende siete factores internos: i). Solicitantes o consultores. ii). Autoridades competentes. iii). Organismos ambientales. iv). Órganos de revisión de la EIA. v). Público y ONG. vi). Administración superior. vii). Organismos judiciales, y un factor internacional: i). ONG internacionales medioambientales y organismos donantes.

5. **Control de cumplimiento y ejecución de la EIA:** Esta categoría incluye tres factores internos: i). Programa de monitoreo de cumplimiento. ii). Participación del público. iii). Penas o sanciones contra el incumplimiento de las decisiones de la EIA, y un factor internacional: i). participación de los organismos internacionales donantes.
6. **Aplicación en la práctica de la EIA:** Esta categoría incluye cuatro factores nacionales: i). Políticos. ii). Socioeconómicos. iii). Conciencia ambiental. iv). Actitud y percepción de los participantes, y dos Factores internacionales: i). Cuestiones ambientales mundiales. ii). Presión internacional o críticas.
7. **Disponibilidad de recursos:** Esta categoría incluye dos factores internos: i). Recursos humanos. ii). Recursos físico, y dos factores internacionales: i). Recursos financieros internacionales y asistencia técnica. ii). Recursos bilaterales relacionados con la cooperación regional.

2.3.5 Modelo de Wood

Wood (2003a) basándose en los criterios anteriores, especialmente en los “*Principios para el diseño y desarrollo de procesos de EIA efectivos*”, propone un modelo denominado “*Criterios para la evaluación de sistemas de EIA*” basado en la elección de 14 criterios que se recogen en la Tabla 23. El modelo focaliza su análisis en los requerimientos y la operación del proceso de EIA en términos de efectividad, eficiencia y equidad (Annandale, 2001; Wood, 2003a). Las respuestas a cada uno de los ítems del sistema de evaluación, están basados en las opiniones de quienes participan o son expertos en el proceso, debido a que hacer seguimiento al impacto de la EIA mediante la evaluación de la protección del ambiente, es una tarea de gran dificultad.

Esta metodología puede ser empleada para juzgar la eficiencia de procesos de EIA de cualquier país o localidad, y hacer comparaciones internacionales con el fin de sugerir formas de mejorar la efectividad (Wood, 2003a).

Los criterios propuestos por Wood (2003a) han sido utilizados con éxito para evaluar sistemas de EIA de diferentes países desarrollados como Estados Unidos, Reino Unido, Holanda, Nueva Zelanda, Sur África (Wood, 2003b) y países en desarrollo como Turquía, Túnez, Egipto (Ahmad y Wood, 2002), República de Maldivas (Annandale, 2001), Irán, Irak, Marruecos (El-Fadl y El-Fadel, 2004) y Pakistán (Riffat y Khan, 2006).

Tabla 23. Criterios propuestos por Wood, 2003a, para la evaluación de Sistemas de EIA

CRITERIOS PARA EVALUAR SISTEMA DE EIA
1. ¿Se basa el sistema de EIA en disposiciones legales claras y específicas?
2. ¿Se deben evaluar los impactos ambientales pertinentes de todas las acciones significativas?
3. ¿Se debe demostrar en el proceso de EIA que el proponente ha tomado en cuenta los impactos ambientales de acciones alternativas razonables?
4. ¿Se debe hacer un <i>screening</i> de acciones para ver si son significativas desde el punto de vista ambiental?
5. ¿Se debe hacer un <i>scoping</i> de los impactos ambientales de las acciones y se deben generar pautas específicas?
6. ¿Deben los informes de EIA cumplir con requisitos de contenido reglamentarios? ¿Existen controles para evitar que se publiquen informes de EIA inadecuados?
7. ¿Se deben revisar públicamente los informes de EIA? ¿Debe el proponente responder a los puntos planteados?
8. ¿Deben ser los resultados del informe de EIA y la revisión un determinante central de la decisión sobre la acción?
9. ¿Se debe hacer un control de los impactos de las acciones? ¿Se relaciona este control con las primeras etapas del proceso de EIA?
10. ¿Se debe considerar la mitigación de impactos en las diversas etapas del proceso de EIA?
11. ¿Debe haber consulta y participación antes y después de publicado el informe de EIA?
12. ¿Se debe controlar el sistema de EIA y, si es necesario, se debe modificar para incorporar el <i>feedback</i> generado por la experiencia?
13. ¿Son los gastos financieros y los requisitos de tiempo del sistema de EIA aceptables para los involucrados, y se piensa que los beneficios ambientales perceptibles son mayores que estos costos y requisitos?
14. ¿Se aplica el sistema de EAE a programas, planes y políticas significativas, así como a proyectos?

Fuente: Wood, 2003a

2.3.6 Análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) del sistema de EIA

Paliwal (2006) propone como criterio de evaluación del sistema de EIA, el Análisis DOFA, metodología utilizada ampliamente para evaluar el desempeño de organizaciones. Este análisis tiene como finalidad identificar los puntos fuertes y débiles de una organización o proceso y las oportunidades y amenazas en el medio ambiente. Los puntos fuertes y débiles se identifican mediante una evaluación interna del proceso y las oportunidades y amenazas de la evaluación externa. En la evaluación interna se examinan todos los aspectos de la organización, por ejemplo, personal, instalaciones, ubicación, productos y servicios. La evaluación externa explora los temas políticos, económicos, sociales, tecnológicos y competitivos (Dyson, 2004). Con este referente se analizan los componentes del proceso de EIA, relacionados con:

- a. El Screening.
- b. El Scoping.
- c. La línea base.
- d. Herramientas de predicción,
- e. Monitoreo e implementación del plan de manejo.
- f. Estudio de Impacto Ambiental.
- g. Profesionales que participan en el proceso de EIA.
- h. Toma de decisiones

2.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA EIA EN COLOMBIA

La necesidad de realizar una evaluación al sistema de EIA de Colombia utilizando parámetros internacionales validados en diferentes países, se justifica básicamente por las siguientes razones:

- Colombia ha integrado en su legislación la EIA como una herramienta fundamental para la prevención del deterioro ambiental que pueden generar las actividades de producción de bienes y servicios.
- Colombia tiene compromisos internacionales, respaldados por tratados, que le exigen la aplicación de la EIA y el mejoramiento continuo de los procesos, siendo necesario una evaluación periódica de las EIA que se aplican en el país con el fin de mejorarlas.
- Desde que la EIA fue aprobada y se empezó a exigir por parte de la administración, el estado de los recursos naturales y el ambiente continúan en detrimento.

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

- La autoridad oficial responsable de la auditoría ambiental del país, ha concluido que los procesos de EIA que exigen las administraciones regionales y centrales, no son eficientes.
- No se tienen reportes de estudios nacionales o internacionales que evalúen el sistema de EIA en Colombia.
- Es necesario identificar las debilidades y fortalezas del sistema de EIA en Colombia, con el fin de generar procesos y herramientas para mejorarlo.
- Se requiere de manera urgente, fortalecer el sistema nacional ambiental y las herramientas de Gestión Ambiental como la EIA, con fin de frenar el deterioro del ambiente y conservar el patrimonio ambiental de la nación.

2.4.1 Modelo de evaluación del sistema de EIA Colombiano

Teniendo como fundamento los criterios o principios de evaluación de sistemas de EIA presentados anteriormente, es necesario llevar a cabo una evaluación del proceso de EIA en Colombia, con el fin de identificar las debilidades o carencias y proponer estrategias de mejoramiento. Se utiliza como base el modelo de “**Criterios para la Evaluación de Sistemas de EIA**” desarrollado por Wood (2003a), teniendo en cuenta la aplicación, con éxito, que éste ha tenido en países en vías de desarrollo. Igualmente se incorpora el concepto de efectividad, evaluada mediante el análisis de los mecanismos de control propuestos por Ortolano (1987) e implementados por Leu et al (1996).

Estos criterios han sido escogidos por fundamentarse en los principios de buenas prácticas en la EIA, la oportunidad que ofrecen de ser adaptados a las características del sitio de aplicación y las múltiples validaciones a los que han sido sometidas. No obstante, y tal y como se ha llevado a cabo en otros estudios (Annandale 2001; Ahmad y la Wood, 2002; Turnbull 2003; Wood y Coppel 1999; Wood 2003b; El-Fadl y El-Fadel 2004), en primer lugar es necesario llevar a cabo una modificación de los criterios utilizados en el proceso de evaluación, con la finalidad de tener en cuenta las características jurídicas, administrativas, ecosistemicas y culturales del país. Estas modificaciones se relacionaron con:

- **Fundamentos legales internacionales.** Teniendo en cuenta que los tratados internacionales suscritos por los países son de imperativo cumplimiento, y para el caso de Colombia ninguna ley puede desautorizar este tipo de legislación, se incluyeron los fundamentos legales internacionales. Los tratados internacionales cumplen con la función de ejercer control en el caso que las leyes nacionales no cumplan los preceptos jurídicos. En lo que corresponde a la EIA, Colombia ha

firmado y ratificado convenios relacionados, como el Acuerdo de la Cumbre Mundial de la Tierra de 1992 (No requiere ratificación por ser un acuerdo firmado por el país); Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, ratificado por Ley 164 de 1994; Convenio del Protocolo de Kioto sobre Emisiones de Gases de Invernadero, ratificado por Ley 629 de 2000 y el convenio de Diversidad Biológica, ratificado por la Ley 165 de 1994.

- **Idoneidad del personal que opera el sistema de EIA.** Este parámetro ha sido incluido en los principios de efectividad de los procesos de EIA (Ortolano, 1987) y de buenas prácticas en los procesos de EIA de la Asociación Internacional para el Impacto Ambiental (IAIA- IAUK, 1999). En relación a esta pregunta, la Contraloría General de la República de Colombia ha encontrado que la idoneidad del personal que opera el sistema de EIA de Colombia, es una de las debilidades significativas que es necesario corregir en el corto plazo (CGR, 2006).
- **Directrices metodológicas oficiales para los EsIA.** Las buenas prácticas de manejo para los procesos de EIA (IAIA-IAUK, 1999) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2002), recomiendan que se desarrollen directrices metodológicas oficiales para los EsIA, con el fin de mejorar la calificación de los impactos y disminuir las subjetividades y los sesgos que pueden surgir, si los proponentes del proyecto eligen la metodología sin control oficial.
- **Ponderación de los factores ambientales.** El programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2002), recomienda para los sistemas de EIA de los países, la inclusión de sistemas de ponderación de los factores ambientales con el fin de disminuir las incertidumbres de las metodologías para valoración de los impactos.
- **Incentivos económicos para estimular la EIA voluntaria.** Uno de los principios de efectividad de los procesos de EIA se relaciona con el ofrecimiento de incentivos económicos para que se implementen EIA voluntarias para aquellas actividades que no estén obligadas al proceso (Ortolano, 1987; IAIA, 1999).
- **Exigencia de seguros para el cumplimiento de los planes de manejo.** Los planes de manejo son la estrategia para garantizar la prevención y la corrección de los impactos que se pueden generar en el desarrollo de los proyectos, por este motivo los seguros de garantía hacen parte de los principios de efectividad y buenas prácticas en la EIA (Ortolano, 1987; IAIA, 1999).

En la Tabla 24 se recogen los criterios de evaluación utilizados que han sido clasificados en tres categorías:

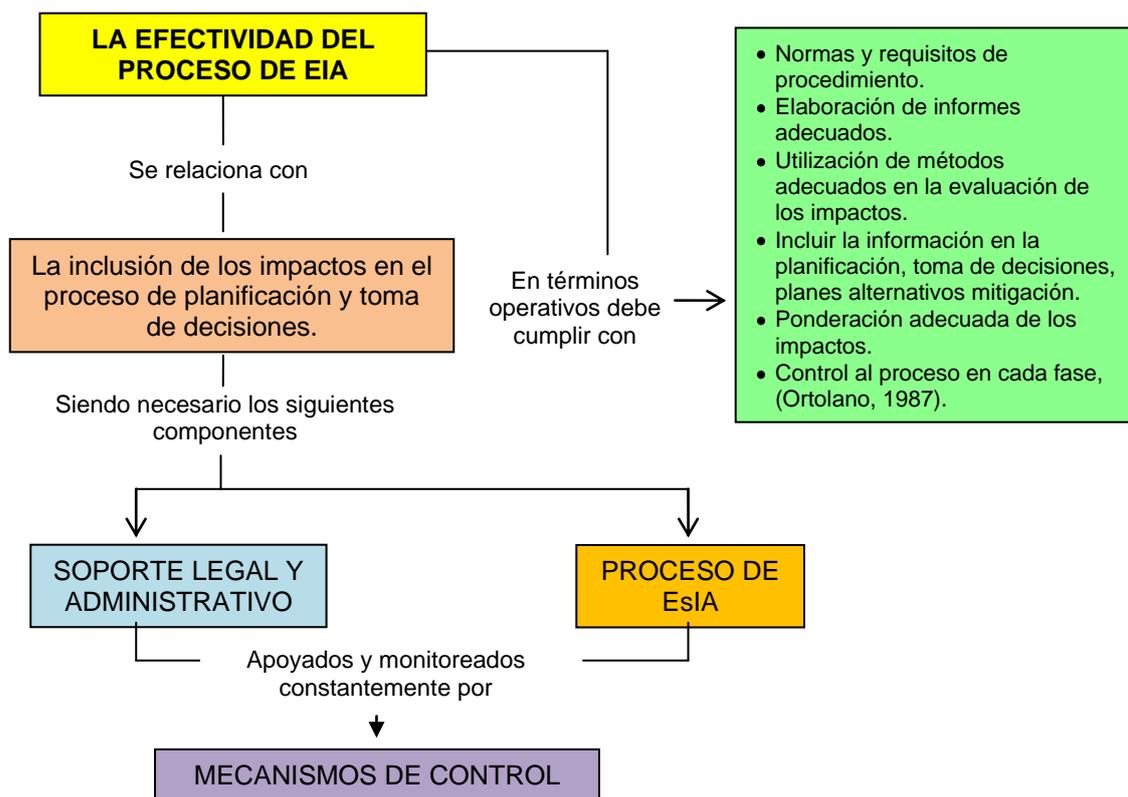
1. **Soporte Legal y administrativo del proceso de EIA.** Garantiza el funcionamiento del sistema de EIA al darle legalidad y legitimidad. Colombia es un Estado de derecho donde los particulares y el estado deben acatar las leyes y obedecer a las autoridades (Artículos 1, 4. Constitución Política de Colombia de 1991). De este modo la EIA deja de ser solamente una herramienta técnica y voluntaria de gestión y se convierte en un proceso obligado para toda obra o actividad que potencialmente genere impactos negativos al ambiente. La aplicación de la Ley no es posible si no cuenta con un soporte administrativo que facilite los procesos y sea un interlocutor entre la administración, los proponentes y el público.
2. **Proceso de EIA.** La EIA está soportada en procesos técnicos complejos; se trata de inferir los impactos generados por una actividad que aún no se ha ejecutado, en un ambiente dinámico. Las incertidumbres presentes en este escenario exigen que los métodos usados sean confiables, con el fin de disminuir la subjetividad e incorporar principios de flexibilidad y transparencia. Los elementos del proceso deben tener en cuenta todas las acciones con potencial para generar impactos, la identificación de los mismos, la valoración y los planes de mitigación, además de brindar orientación oficial sobre procedimientos e interpretación de resultados.
3. **Control y seguimiento.** Los mecanismos de control son esenciales para vigilar de manera continua el proceso; son los que pueden garantizar que los impactos generados sean tenidos en cuenta en la toma de decisiones, objetivo principal de la EIA (Ortolano, 1987; Leu et al 1996), dan transparencia y legitimidad, permiten mantener al público informado, y previenen o mitigan los efectos de la actividad sobre el ambiente.

Una mayor dimensión de la interacción de estos criterios se presenta en la Figura 19.

Los dos nuevos criterios incorporados se relacionan con la experiencia y la formación del personal que trabaja en el sistemas de EIA, las metodologías para identificar y cuantificar los impactos ambientales, y finalmente, la formulación de coeficientes de ponderación del impacto ambiental para la biodiversidad en Colombia. Después que los criterios de evaluación fueron seleccionados, se enviaron para su opinión a un grupo de veinte expertos en procesos de EIA en Colombia.

La metodología de consulta a expertos o Delphi es una técnica ampliamente utilizada para hacer preguntas a expertos sobre temas específicos y obtener opiniones de consenso; facilita la construcción colectiva de conceptos y permite generar respuestas sobre problemas complejos (Sprenkle y Pierce, 2005). Para ello se plantean preguntas y se les entregan a los

consultados los puntos de vista de los otros participantes. Este proceso hace que el individuo revise sus opiniones de manera que, si lo considera conveniente, puede cambiarlas. La metodología Delphi es por lo tanto un esquema de comunicación que se puede utilizar para facilitar y enriquecer el flujo de información dentro de un grupo con un propósito muy específico, sobre el cual los miembros se declaran expertos (Vélez-Pareja, 2003).



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Interacción de criterios para Evaluar el proceso de EIA en Colombia

En la Tabla 24 se recogen los criterios utilizados en la evaluación del proceso de EIA de Colombia así como la valoración que se hace en cada uno de ellos, y la llevada a cabo por los expertos consultados. A continuación se hace una justificación de los resultados obtenidos.

2.4.2 Resultados de la Evaluación del sistema de EIA de Colombia

El proceso de EIA de un país o territorio se basa en circunstancias jurídicas, administrativas, socioeconómicas y políticas. De acuerdo con Wood (2003a), cada elemento

2. EIA EN COLOMBIA. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA

de un proceso de EIA debe estar apoyado en disposiciones legales y administrativas claras y específicas que garanticen la legitimidad y la legalidad.

Wood (2003a) utiliza únicamente un criterio general para evaluar la situación jurídica y administrativa del sistema de EIA en diferentes países. Sin embargo, este estudio incluye tres criterios: (i) fundamentos jurídicos nacionales e internacionales, (ii) directrices para la elaboración e implementación de EsIA (iii) Cantidad y competencia del personal que trabaja en el sistema de EIA.

Tabla 24. Criterios para la Evaluación del Proceso de EIA en Colombia

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORACION PROPIA			VALORACIÓN EXPERTOS %		
	Si	Parcial	NO	Si	Parcial	NO
1. SOPORTE LEGAL Y ADMINISTRATIVO						
1.1 El sistema de EIA, esta soportado por fundamentos legales nacionales e internacionales	X			65	30	5
1.2 La elaboración e implementación de los EsIA está basado en directrices con requisitos de contenido claros		X		60	35	5
1.3 El sistema de EIA es administrado por personal suficiente, con experiencia y competencias para operarlo			X		30	70
2. PROCESO DEL EsIA						
2.1 Se exige El sistema de EIA exige el procedimiento de "Screening" para determinar si el proyecto o actividad requiere EsIA			X	5	20	75
2.2 El proceso de EIA incluye el procedimiento de "Scoping" para determinar el contenido y alcance del EsIA		X		40	30	30
2.3 El sistema de EIA provee directrices metodológicas adecuadas para el EsIA, especialmente para la identificación y valoración de los impactos ambientales significativos de todas las acciones			X		30	70
2.4 El sistema de EIA exige el análisis de alternativas		X		20	80	
2.5 El sistema de EIA, exige ponderar los impactos ambientales relacionados con los factores biofísicos y socioculturales			X	5	30	65
2.6 El sistema de EIA, incluye la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)			X		5	95

Continúa en la siguiente página

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORACION PROPIA			VALORACIÓN EXPERTOS %		
	Si	Parcial	NO	Si	Parcial	NO
3. SEGUIMIENTO Y CONTROL						
3.1 El EsIA es revisado por la administración con métodos efectivos		X		10	55	35
3.2 Las decisiones tomadas en el proceso de EIA son publicadas		X		10	55	35
3.3 El sistema incluye la participación pública y la consulta en el proceso de EIA		X		5	65	30
3.4 El sistema de EIA exige un plan de manejo ambiental para los impactos generados por las acciones del proyecto y el seguimiento y control del proyecto	X			65	35	
3.5 Existe un proceso para monitorear el sistema de EIA en su conjunto			X	5	20	75
3.6 Existen incentivos económicos públicos o privados para estimular la utilización de la EIA			X		15	85
3.7 Además de los compromisos legales, existen pólizas de seguro y bonos de rehabilitación que garanticen la aplicación adecuada del plan de plan de manejo ambiental			X		5	95

Fuente: Elaboración propia, basado en Wood (2003a) y Annandale (2001)

1. SOPORTE LEGAL Y ADMINISTRATIVO

1.1 El sistema de EIA, esta soportado por fundamentos legales nacionales e internacionales

Como se ha señalado en el numeral 3.2 Ámbito jurídico, Colombia tiene un amplio rango de legislación sobre EIA de tipo nacional e internacional, siendo significativo el fundamento jurídico Constitucional, las leyes y decretos reglamentarios y los tratados internacionales como el convenio de Diversidad Biológica del 05 de Junio de 1992 (UN, 1992a), ratificado por medio de la Ley 165 de 1994, y el convenio marco de las Naciones Unidas sobre cambio Climático del 09 de Marzo de 1992 (UN, 1992c), ratificado por la Ley 164 de 1994.

Teniendo en cuenta este amplio marco jurídico, en este estudio el criterio ha sido evaluado positivamente, coincidiendo con el 65% de los. El 30% de los expertos ha opinado

que este criterio sólo se cumple parcialmente, apoyándose en que a pesar de la existencia de un marco jurídico nacional, todavía hay algunas deficiencias relacionadas con el hecho de que la normatividad carece de estudios técnicos rigurosos que analicen, evalúen y justifiquen las modificaciones y los ajustes realizados en los diferentes decretos que han reglamentado el proceso de EIA (CGR 2006). El porcentaje de expertos que estuvieron en total desacuerdo con la evaluación que se ha hecho de este criterio es muy bajo (5%).

1.2 La elaboración e implementación de los EsIA está basado en directrices con requisitos de contenido claros

En Colombia una serie de decisiones legales conocidas como términos de referencia contienen directrices generales para la elaboración y aplicación de los EsIA. En la última década, estos términos de referencia se han modificado y, desde 2006, están disponibles para veintinueve sectores/proyectos económicos. Las directrices para la elaboración de EsIA son similares para todas las actividades que requieren una licencia ambiental, aunque los criterios y métodos en las directrices varían, dependiendo del término de referencia. Todos comparten las siguientes características:

- i.* El impacto ambiental se evalúa para dos casos mediante el análisis de indicadores de vulnerabilidad, sensibilidad y criticidad. Esto significa que el impacto potencial de un proyecto puede ser identificado y valorado sin dar instrucciones específicas sobre cómo establecer los tipos de indicadores o atributos.
- ii.* No se proporciona una metodología específica de evaluación, exigiéndose únicamente una descripción general de la metodología utilizada. Esta descripción debe incluir los criterios y las limitaciones ya que la evaluación debe tener en cuenta diversos elementos con el fin de facilitar la ponderación de los aspectos cualitativos y cuantitativos del impacto.
- iii.* La construcción de ferrocarriles y la caza comercial son las únicas actividades para las que el EsIA debe analizar y clasificar el impacto, la zona de influencia, intensidad, riesgo de aparición, duración, permanencia, tendencia, magnitud, reversibilidad, y mitigabilidad.
- iv.* El impacto acumulativo debe ser analizado para cada uno de los impactos significativos identificados.
- v.* Cuando la magnitud o el alcance de los impactos sobre el ambiente es incierto, las predicciones deben ser hechas siempre para el peor de los escenarios.

Además de los términos de referencia, el Decreto 1220 de 2005 define las guías ambientales como documentos técnicos conceptuales, metodológicos y de instrucciones de procedimiento para apoyar la gestión, el funcionamiento medio ambiente y la ejecución de

los proyectos, el trabajo, y actividades. Ellos se conciben como una herramienta de autogestión y autorregulación para el sector y como un punto de vista conceptual y metodológico de referencia, tanto para las autoridades ambientales, como para la aplicación y el desarrollo de proyectos, el trabajo, y actividades. Sin embargo, estas guías no son vinculantes códigos jurídicos.

Se puede concluir que, el sistema de EIA Colombiano obliga a que el EsIA cumpla con ciertos requisitos de contenido, estableciendo para ello los procedimientos para su elaboración aunque, actualmente, no hay directrices que unifiquen criterios y métodos. Esta situación puede propiciar el uso de métodos que no garanticen resultados fiables.

Por estas razones en este estudio se ha considerado que el sistema de EIA de Colombia exige de manera Parcial que el EsIA cumpla requisitos de contenido y entrega procedimientos limitados para elaborarlo, en contraposición con el 60% de los expertos que opinan que Si, basándose para ello en la existencia de los términos de referencia, que exigen un contenido general de los EsIA, aunque no hacen comentarios referidos al contenido de los mismos. La justificación de este estudio coincide con el 35% de los expertos consultados.

1.3 El sistema de EIA es administrado por personal suficiente, con experiencia y competencias para operarlo

El análisis de este criterio de evaluación se centra en: (i) el personal contratado por los consultores a fin de planificar y desarrollar el EsIA; (ii) los administradores a cargo de la supervisión del proceso de EIA.

En el primer caso, los términos de referencia para la elaboración de EsIA estipulan que el personal encargado de la planificación y el desarrollo del EsIA debe estar formado por profesionales de diferentes disciplinas. Sin embargo ni la Ley 99 de 1993, ni el Decreto 1220 de 2005 menciona la experiencia de estos empleados, ni exigen una formación específica o competencias certificadas por la administración como requisito para participar en el proceso de EIA.

Por otra parte, el estudio sobre el proceso de EIA en Colombia de la CGR (2006) reveló que los recursos (incluidos recursos humanos) asignados por la administración son insuficientes para tratar con el alto número de licencias ambientales solicitadas. Las deficiencias significativas relacionadas con el personal son la precariedad de los contratos y carga excesiva de trabajo. Estos factores tienen evidentes repercusiones sobre la calidad,

oportunidad, y la frecuencia de la labor de seguimiento y monitoreo de los proyectos, obras, y actividades. A pesar de estas evidentes deficiencias, la administración tiende a contratar a profesionales competentes, aunque la capacitación formal o continua no se requiere específicamente en el ámbito de los EsIA.

Estas consideraciones fueron tenidas en cuenta en esta evaluación para explicar la ausencia de personal calificado que debe trabajar en el sistema de EIA, coincidiendo con el 80% de los expertos consultados.

2. PROCESO DEL EsIA

El sistema de EIA debe especificar que todas las actividades que no tienen un impacto negativo en el ambiente no tienen por qué someterse a la EIA, mientras que todas las actividades que puedan tener potencialmente un efecto adverso efecto sobre el ambiente deben estar sujetas al proceso de EIA (Kassim y Simoneit 2005). El impacto ambiental de un proyecto o actividad deben ser evaluado en sus diferentes fases, es decir construcción, actividad exploratoria, así como las fases de modificación.

Actualmente, en Colombia una licencia ambiental es necesaria para la construcción y/o ejecución de proyectos, obras, y actividades. Esta licencia significa que el proyecto/obra/actividad cumple efectivamente todos los requisitos, términos y condiciones para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales y los impactos. En la Figura 13 se presentó el procedimiento para la obtención de una licencia ambiental.

Este ha evaluado el proceso de EIA de Colombia sobre la base de seis criterios: i). Screening de las acciones. ii). Scoping de los impactos. iii). Directrices metodológicas para el desarrollo del EsIA. iv). Alternativas en el proceso de EIA. v). Ponderación de los factores biofísicos y socioculturales. vi). Evaluación ambiental estratégica.

2.1 Se exige El sistema de EIA exige el procedimiento de “Screening” para determinar si el proyecto o actividad requiere EsIA

En la actualidad, en Colombia, hay veintiún sectores y actividades que requieren EIA (Decreto 1220 de 2005), consecuencia de una progresiva reducción del número de actividades a lo largo de los años. Como resultado de ello, algunos de los sectores eliminados son los que generan la mayoría de los impactos ambientales en el país, como el sector de la agricultura y la ganadería y el sector de la minería (IDEAM 2004). La decisión de reducir el número de sectores y actividades no se hizo sobre la base de estudios previos

que determinaran sus efectos sobre los recursos naturales y el bienestar general de la población, en contra de principios como los mencionados en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, convenio ratificado por Colombia (ONU, 1992b).

El Screening es un proceso que permite decidir si es necesario llevar a cabo un proceso de EIA para un proyecto o actividad. Mide la importancia general del conjunto de impactos ambientales de las acciones. Sin Screening, un cierto número de acciones podrán ser evaluadas con precisión pero otras, ocasionalmente, pueden ser ignoradas. Para un eficaz proceso de Screening, es necesario compilar listas de actividades, acompañada de los umbrales y criterios que determine si una acción debe ser evaluada y los procedimientos que discrecionalmente determinan la decisión (Wood 2003a).

En la consulta realizada el 20% de los expertos opinaron que la lista de las actividades que requieren LA podía ser considerada como parte del proceso de Screening, a pesar de que no se incluyen los procedimientos, umbrales y criterios para la evaluación de la acción. Por este motivo, evaluaron que este criterio se cumple parcialmente. Sin embargo, según el estudio llevado a cabo, el procedimiento actual para decidir si un proyecto debe estar sujeto a proceso de EIA, basado únicamente sobre una (insuficiente) lista de actividades, no constituye en sí mismo un proceso de Screening; esta opinión fue compartida por el 75% de los expertos consultados.

2.2 El proceso de EIA incluye el procedimiento de “Scoping” para determinar el contenido y alcance del EsIA

El Scoping es el procedimiento utilizado para evaluar una serie de asuntos que se analizan en el proceso de EIA. Esta práctica está asociada con la determinación de los términos de referencia para la evaluación (Wood, 2003a). En el desarrollo del Scoping se requiere la información y la opinión de expertos sobre los tópicos relacionados con los impactos ambientales, así como la evaluación de cuestiones críticas para las diversas partes interesadas, además de la toma de decisiones (Modak y Biswas, 1999).

En Colombia, el alcance y contenido del EsIA para cada actividad que requiere una LA están determinados en los 29 términos de referencia (Tabla 15) para los 21 sectores o actividades obligados a solicitar esta licencia (Figura 15). Sin embargo, el contenido de estos términos de referencia muestra un alto grado de homogeneidad. Este aspecto dificulta la incorporación de las características humanas y naturales del ambiente, que pueden verse afectadas por la ejecución de obras, proyectos o actividades (CGR, 2006). En consecuencia,

este criterio ha sido evaluado como si se cumpliera parcialmente, consideración coincidente con el 30% de los expertos, quienes estuvieron muy divididos en las respuestas.

Un significativo grupo de los expertos (40%) coincidió con la evaluación positiva de este criterio, basándose para ello en la existencia de los actuales términos de referencia. El otro 30%, sin embargo, sostuvo que el sistema de EIA no incluye el Scoping. En otras palabras, en su opinión, el sistema de EIA carece de métodos que permitan la identificación de los impactos indirectos y secundarios que determinan la profundidad del EsIA, objetivo principal del Scoping.

2.3 El sistema de EIA provee directrices metodológicas adecuadas para el EsIA, especialmente para la identificación y valoración de los impactos ambientales significativos de todas las acciones

El sistema de EIA de Colombia permite que el proponente del proyecto seleccione la metodología para la identificación y evaluación de los impactos (Decreto 1220 de 2005). La única condición para ello es que esta metodología se haya utilizado en un contexto previo. En la determinación de los impactos ambientales hay que analizar dos escenarios destinados a establecer la vulnerabilidad, sensibilidad y criticidad de los mismos. Sin embargo, el marco legal Colombiano no proporciona instrucciones sobre cómo establecer los tipos de atributos, ni se exige o recomienda alguna metodología de evaluación de impactos.

La ley sí establece qué las directrices administrativas para presentar el EsIA deben ser seguidas. Estas directrices deben ser elaboradas por la administración para cada actividad que requiere una LA, y servir de guía metodológica general para la presentación de EsIA. Aunque las directrices debían haber sido redactadas por el MAVDT para el 21 de octubre de 2006, aún en la fecha de presentación de esta memoria, no se habían hecho públicas. Cuando finalmente las guías se publiquen, describirán el proceso de EIA, pero se estima que no incluirán una metodología general o específica para la valoración de los impactos ambientales de proyectos o actividades, debido a que esto solo puede hacerse si el Decreto 1220 de 2005 es modificado.

Basados en estos argumentos, se determinó que el sistema de EIA de Colombia no proporciona directrices metodológicas para la identificación y evaluación de impactos significativos. Esta circunstancia reduce drásticamente la eficacia del proceso de EIA, una opinión compartida por el 70% de los expertos consultados. El 30% restante estimó que la

administración suministra parcialmente guías metodológicas en la forma de términos de referencia, que contienen una lista de tópicos que se incluirán en el EsIA.

2.4 El sistema de EIA exige el análisis de alternativas

Las alternativas a un plan o acción son un componente importante del proceso de EIA. Una alternativa puede ser un cambio de ubicación, materiales o procedimientos, así como, en algunos casos, no desarrollarse el proyecto o la actividad, lo que puede minimizar el impacto ambiental de una actividad propuesta. La selección de la mejor alternativa contribuye a reducir la degradación del ambiente y/o reducir al mínimo el costo de la acción. La consideración de alternativas ha sido descrita como uno de los componentes básicos de los EsIA. La identificación, análisis y comparación de las propuestas de proyecto o actividad es la clave para procesos de toma de decisiones creativos, proactivos y pertinentes (Wood, 2003a).

El análisis de las alternativas en Colombia se conoce como Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA). De acuerdo con el Decreto 1220 de 2005, el DAA es una parte importante del EsIA porque exige al proponente el diseño de diferentes estrategias técnicas para el desarrollo de un proyecto o actividad, con el objetivo de seleccionar la que genera menos impacto ambiental. Como se muestra en la Figura 13, el proponente está obligado a preguntar si el DAA es necesario, a fin de incluirlo (o no) en el EsIA. Esto significa que el DAA no es parte obligatoria para alguno de los veintiún sectores y actividades para los que la EIA es necesaria.

En consecuencia se puede concluir que el grado de cumplimiento de este criterio es parcial, coincidiendo con la opinión del 80% de los expertos consultados.

2.5 El sistema de EIA, exige ponderar los impactos ambientales relacionados con los factores biofísicos y socioculturales

Un objetivo específico del proceso de EIA es proteger la productividad y la capacidad de los sistemas naturales y los procesos ecológicos que mantienen sus funciones, además de promover el desarrollo sostenible que optimiza el uso de los recursos y gestionar las oportunidades (IAIA-IEA UK, 1999). Ésto se logra cuando en el EsIA se ponderan los impactos sobre la base de las características biofísicas y socioculturales del sitio donde los proyectos o actividades son implementados (Ortolano et al, 1987).

Con respecto al sistema de EIA de Colombia, no se hace ninguna referencia para ello en el Decreto 1220 de 2005 o en los términos de referencia para la elaboración de EsIA,

a la ponderación de los factores ambientales o la metodología que debe utilizarse. En consecuencia esta decisión es finalmente tomada por el evaluador o proponente del proyecto, cuya objetividad es cuestionable debido a que tiene un optimismo alto respecto a los impactos que puede generar; por tanto en ese contexto negativo, la EIA no puede ser eficazmente utilizada.

Basándose en esta información, se concluye que el sistema de EIA en Colombia no incluye o exige la ponderación de los factores biofísicos y los factores socioculturales en la evaluación de los impactos ambientales. Un total de 65% de los expertos consultados están de acuerdo con esta afirmación, basándose en que, a pesar de que no es obligatorio, la ponderación de estos factores debería llevarse a cabo en los EsIA, teniendo en cuenta las características de la zona de influencia del proyecto o actividad.

2.6 El sistema de EIA, incluye la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es un proceso sistemático que permite evaluar los impactos ambientales de las políticas, planes o programas y, por tanto, asegurar su inclusión en la fase del proceso de toma de decisiones, así como las consideraciones sociales y económicas (Sadler, 1996). La EAE optimiza la evaluación de los impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos. También reduce el número de proyectos que deberían someterse a EIA, lo que simplifica el proceso y define las medidas correctoras genéricas para un conjunto de proyectos con características similares. Las EAE se están llevando a cabo en el sector público Colombiano en cumplimiento de los planes nacionales de desarrollo del periodo 2002-2006 y 2006-2010, que recomiendan este tipo de evaluación para evaluar las políticas de algunos sectores productivos. El estado percibe la EAE como una actividad que no debe ser entendida, por sí misma, como un nuevo documento o un trámite adicional que los sectores o actividades deban adelantar (DNP, 2006).

En consecuencia en Colombia, la EAE no está específicamente regulada como una actividad obligatoria para el sector público y privado, no hace parte del sistema de EIA, no hay directrices metodológicas y el proceso de formalización se encuentra en sus fases iniciales. Como resultado de ello, es independiente de los procesos de EIA, ya que no está incluido en las leyes generales que regulan estos procesos (p.e en el Decreto 1220 de 2005 y Ley 99 de 1993); tampoco tiene una ley propia que regule el contexto de aplicación, el alcance y una metodología de planificación y desarrollo. Además, posee una limitación que reduce la transparencia como es que se aplica a políticas y planes estatales, por parte de una entidad estatal como el DNP con limitada participación pública y control social.

Sobre la base de este contexto, así como el hecho de que la EAE es una actividad opcional sin un marco jurídico y administrativo formal, en este trabajo se ha concluido que la EAE no es un componente del sistema de EIA de Colombia. Un total de 95% de los expertos consultados coincidió con esta afirmación

3. SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento y el control del proceso de EIA implican la vigilancia continua para determinar si su implementación está en consonancia con lo que se había aprobado inicialmente. El éxito o el fracaso de los planes de gestión deben estar documentados, y reorientado en el caso de efectos adversos (Kassim y Simoneit, 2005).

Ocho criterios de evaluación pertenecen a esta categoría: (i) revisión del EsIA, (ii) publicación de la decisión final del proceso de EIA (iii) participación pública, (iv) medidas de mitigación y de auditoría; (v) planes de manejo ambiental y seguimiento; (vi) vigilancia del sistema de EIA; (vii) incentivos económicos para la utilización de la EIA; (viii) bonos de rehabilitación para la aplicación de los planes de manejo ambiental. Estos criterios se explican en las siguientes secciones.

3.1 *El EsIA es revisado por la administración con métodos efectivos*

La revisión del EsIA es efectuada normalmente por planificadores y expertos, que están familiarizados con los reglamentos de evaluación ambiental. El propósito de esta revisión es decidir si el EsIA ofrece una evaluación adecuada de los efectos ambientales, y es de suficiente importancia en la toma de decisiones. Esta revisión también se puede utilizar para obtener un juicio imparcial de los frecuentes conflictos de intereses de los grupos implicados, así como para evitar costos innecesarios y retrasos en el proceso (Riffat y Khan 2006).

En Colombia todos los EsIA son revisados por la administración antes de tomar decisiones relacionadas con la licencia ambiental. Por esta razón, en 2002, el Ministerio de Medio Ambiente y el Convenio Andrés Bello de España, crearon las Guías para la evaluación de Estudios Ambiental, con el objetivo de proporcionar a los funcionarios gubernamentales del orden nacional y regional una herramienta de evaluación de los EsIA (MMA-SECAB 2002). El uso de estas guías entró en vigor en 2005, mediante la Resolución 1552, estas guías sólo contienen recomendaciones muy generales relativas a la EIA, así como ausencia de directrices sobre cómo valorar: (i) los criterios de evaluación de impacto,

(ii) los ajustes que muestran las características de los componentes del ambiente, (iii) la escala de calificación de la metodología de evaluación, (iv) los indicadores de referencia.

Sobre la base de estas consideraciones, este estudio ha determinado que los EsIA son parcialmente revisados con métodos adecuados. Esta evaluación coincide con la opinión del 55% de los expertos consultados. En contraste, el 35% de estos expertos opinaron que la administración no utiliza métodos adecuados para examinar los EsIA; las razones dadas fueron la falta de criterios de evaluación con respecto a los métodos utilizados para la identificación y evaluación de los impactos, así como la falta de ponderación de los factores ambientales.

3.2 Las decisiones tomadas en el proceso de EIA son publicadas

En Colombia, la Ley 99 de 1993 estipula que las decisiones relativas a la concesión o denegación de una LA deben ser publicadas en un boletín oficial, y enviado a las partes interesadas; alternativamente, esta publicación debe hecha pública. Sin embargo, hasta la fecha, el gobierno no está obligado a publicar sus decisiones en los medios de comunicación tales como Internet o periódicos locales. Desde 2007, las decisiones sobre LA concedidas por el MAVDT se publican en la Gaceta Ambiental, disponible en la web. Sin embargo, éste no es el caso de las decisiones sobre LA adoptadas por las administraciones ambientales regionales, que conceden la mayoría de las LA en Colombia. Esta política, evidentemente dificulta el acceso del público a la información y la oportuna presentación de acciones judiciales contra las decisiones administrativas relativas al proceso de EIA. Según la CGR (2006), la legislación sobre EIA exige al proponente proporcionar información sobre el proyecto, pero el alcance y las características de esta información no se especifican. Otro inconveniente es que no hay información permanente durante el proceso de construcción y funcionamiento del proyecto.

Este estudio evaluó este criterio como cumplido parcialmente, porque las decisiones sobre la EIA son publicadas, aunque en medios de comunicación de alcance limitado. Esta evaluación coincidió con la opinión del 55% del grupo de expertos. En contraste, el 35% de los expertos consultados estima que las decisiones sobre EIA no se publican, dado que la mayoría de las decisiones se toman a nivel regional donde la publicación no es de fácil acceso, afirmando que esto es semejante a que no se publicaran todas las decisiones.

3.3 El sistema incluye la participación pública y la consulta en el proceso de EIA

La participación pública es parte integrante de la EIA en muchos países y fortalece los procesos (Wenger et al. 1990; Barker y Wood 1999; Bekhechi y Mercier 2002). Es

incluso una herramienta utilizada para evaluar la transparencia y la equidad de los sistemas de EIA. Surgió como una forma de garantizar la participación pública en los proyectos y la incorporación de las observaciones de las comunidades afectadas (Wathern 1998). Por ejemplo, de acuerdo al UNEP (1995), las disposiciones jurídicas que se ordenan en audiencias públicas son más eficaces que aquellas que no provienen de este mecanismo de participación.

En Colombia, la participación del público en los procesos de EIA es altamente discriminatoria, debido a que la consulta y la participación del público se prevé únicamente para las poblaciones indígenas o negras, cuando los proyectos afectan directamente a los territorios donde viven. Para el resto de la población, la participación se reduce a la información sobre el proyecto. Esta situación no les permite tomar parte en el proceso de toma de decisiones a toda la población afectada. Este aspecto del sistema de EIA de Colombia es contradictorio con la Constitución Política de 1991; más específicamente con el artículo 13 que prohíbe cualquier tipo de discriminación y afirma que todas las personas nacen libres e iguales ante la ley. Como tales, deben ser tratados igualmente, y recibir la misma protección de las autoridades. Todos los ciudadanos deben tener los mismos derechos, libertades y oportunidades sin discriminación por motivos de sexo, raza, nacionalidad, lugar de nacimiento, idioma, religión, o creencias políticas y filosóficas.

Por otra parte la política colombiana, en relación con la participación pública, es contraria a las buenas prácticas de la EIA aceptadas internacionalmente, e invalida los mecanismos de vigilancia y control. La CGR (2006) criticó al gobierno por esta razón, y subrayó esta debilidad en la generación de medios y estrategias para la participación del público en los procesos de EIA. Actualmente, la administración sólo informa a la población sobre los proyectos y permite la participación de sólo un sector sin la necesaria socialización y difusión de la información. Esta situación se encuentra en evidente conflicto con el espíritu democrático, las leyes y la Constitución Política.

Teniendo en cuenta que, en algunos proyectos que tienen LA, la población fue consultada, el criterio de la participación pública se considera cumplido parcialmente, evaluación que está en consonancia con la opinión del 65% de los expertos. En contraste, el 30% de los expertos sostuvo que el volumen de proyectos en las zonas habitadas por población negra e indígena es tan pequeño que en la gran mayoría de los procesos de EIA, la participación del público es insignificante.

3.4 El sistema de EIA exige un plan de manejo ambiental para los impactos generados por las acciones del proyecto y el seguimiento y control del proyecto

La mitigación es definida como aquellas medidas o técnicas que se utilizan para minimizar los daños, que de otra manera se producirían a causa de una acción propuesta sobre el medio ambiente. Estas medidas incluyen alteración de los procesos para reducir las emisiones, cambio de equipos de control de la contaminación para hacerlos más efectivos, ajuste del tiempo de operación de una planta, etc. Además, un continuo proceso de monitoreo es esencial para garantizar que las medidas de mitigación sean correctamente ejecutadas, operadas y mantenidas de conformidad con el procedimiento aprobado (Riffat y Khan 2006).

En Colombia la vigilancia y el control de las actividades y los compromisos para mitigar impactos se incluyó como parte del proceso de EIA en el Decreto 1728 de 2002. Sin embargo, este decreto fue modificado por leyes posteriores. En 2003, el Decreto 1180 eliminó la auditoría de las cuentas del Plan de Manejo Ambiental, así como la posibilidad de suspender las actividades. Posteriormente, el Decreto 1220 eliminó de los objetivos del monitoreo las actualizaciones periódicas de los planes de manejo, cuando la decisión se fundamente en conceptos técnicos. Dichas modificaciones están en evidente conflicto con los objetivos del proyecto de seguimiento y control ya que cualquier proceso de auditoría debe facilitar la adopción de medidas correctivas que prevengan y minimicen la generación de mayores impactos (CGR 2006). Con el fin de emitir directrices sobre monitoreo y control, se publicó en 2002 el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. De acuerdo con el Decreto 1552 de 2005, esta guía debe ser utilizada por todas las administraciones ambientales regionales.

A partir de la revisión realizada se ha considerado que existen mecanismos de monitoreo y control, por lo que se ha evaluado este criterio positivamente, de la misma manera que el 65% de los expertos consultados. En su estudio del sistema de EIA en Colombia, la CGR (2006) encontró que la administración no utiliza esta guía como un instrumento para el monitoreo de las actividades dentro de su jurisdicción, concluyendo que el monitoreo y control son componentes extremadamente débiles con una eficacia mínima. Tal fue el razonamiento del 35% de los expertos consultados, quienes evaluaron que este criterio se cumple parcialmente.

3.5 Existe un proceso para monitorear el sistema de EIA en su conjunto

El monitoreo es un proceso de control continuo para determinar si la aplicación de un proceso está conforme con el procedimiento aprobado. Un informe periódico de los impactos

debe ser adecuadamente evaluado durante una actividad, para lo cual se requiere igualmente un monitoreo.

Colombia no tiene una ley específica que contemple este tipo de acción (Ley 99 de 1993; Decreto 1220 de 2005). La CGR es el organismo oficial encargado de la auditoría de la administración ambiental. Aunque puede monitorear los procesos de EIA en el país, no lo hace periódicamente como un estándar de la política de control del ambiente. Además, evaluaciones al azar del sistema de EIA no generan el impacto operacional positivo deseado. Un ejemplo de ello es el informe sobre el proceso de EIA que la CGR entregó al congreso Colombiano, con el fin de que se aprobara una legislación para fortalecer la EIA en Colombia. Sin embargo, actualmente estas recomendaciones no han producido nuevas leyes que mejoren el sistema nacional ambiental como lo legislado en la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1220 de 2005. Por las razones anteriormente expuestas, este estudio evaluó negativamente este criterio, opinión refrendada por el 75% de los expertos consultados.

3.6 Existen incentivos económicos públicos o privados para estimular la utilización de la EIA

Incentivos económicos, como rebajas tributarias o deducciones, créditos blandos, reducción de primas de seguros, y estatus de prioridad para subvenciones y cofinanciamientos gubernamentales de proyectos son ejemplos de los mecanismos de control que puede hacer más atractivo el uso de la EIA para las actividades en las que la EIA es opcional (Ortolano, 1987).

Colombia tiene algunos incentivos económicos, tales como rebajas tributarias al impuesto sobre la renta (Decreto 624 del 1989). Sin embargo, estas deducciones no se aplican a la utilización de la EIA en la gestión ambiental o en los proyectos y actividades que potencialmente pueden generar impactos ambientales. Las deducciones sólo se conceden para las inversiones voluntarias en el control y mejoramiento del ambiente. Tampoco los bancos tienen en cuenta el uso voluntario de la EIA, cuando conceden préstamos (Decreto 663 de 1993).

Por todas las razones indicadas, este estudio ha considerado que Colombia carece de incentivos que fomenten el uso de la EIA. Esta evaluación fue respaldada por el 85% de los expertos.

3.7 Además de los compromisos legales, existen pólizas de seguro y bonos de rehabilitación que garanticen la aplicación adecuada del plan de plan de manejo ambiental

Cuando el Decreto 1753 (1994) entró en vigor, se creó una póliza de seguro destinada a cubrir los gastos de cualquier daño ambiental que se produjera como resultado de un proyecto, obra o actividad. Esta póliza tenía validez hasta el final de la vida útil del proyecto, en el caso de que el titular de la póliza no pudiera cubrir los gastos incurridos. Esta medida garantizaba que el ambiente pudiera ser restablecido a su estado original y el Decreto 1728 de 2002 la eliminó.

La ley 491 de 1999 reforzó esta póliza con otro seguro obligatorio para todas las actividades que requieren una LA. Sin embargo, curiosamente, esta póliza de seguro no se ha exigido a ningún proyecto con una LA. Razones para este descuido son la falta de normas administrativas relativas a las tarifas de la póliza, áreas grises en las cláusulas de los seguros, o insuficiente cobertura (CGR, 2006).

Por lo tanto, se concluye que existe una clara evidencia de que la legislación Colombiana no contempla bonos de rehabilitación, que podrían garantizar la aplicación efectiva de los planes de manejo ambiental. El 95% de los expertos consultados ha estado de acuerdo con esta evaluación.

2.4.3 Análisis crítico del sistema de EIA de Colombia

Los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de EIA Colombiano muestran múltiples deficiencias. De los dieciséis criterios de evaluación utilizados en este estudio, sólo dos han sido evaluados positivamente (Sí). De los otros catorce, seis fueron evaluados como sólo un éxito parcial, mientras que los ocho restantes recibieron una evaluación negativa (No). Estos resultados ponen de manifiesto la urgente necesidad de mejorar el sistema de EIA en Colombia. La mayoría de los expertos consultados están de acuerdo con la evaluación realizada en este estudio.

En lo que respecta al apoyo jurídico y administrativo del sistema, los resultados muestran que, si se desea que las actuales medidas legales se apliquen efectivamente y se hagan cumplir, los criterios, métodos y contenido del EsIA deben ser unificados. Ésto reduciría en gran medida cualquier subjetividad por parte del evaluador, así como la posibilidad de resultados sesgados que harían menos eficaz el sistema. Este problema se

hace más grave aún por el bajo nivel de formación y la falta de supervisión del personal que trabaja en el sistema de EIA.

Para evaluar el proceso de EIA, se han utilizado seis criterios de los cuales sólo dos se consideraron parcialmente satisfechos y los restantes cuatro criterios fueron evaluados negativamente. Estos resultados ponen de manifiesto que la legislación actual no hace más eficaz el proceso de EIA, en gran parte debido a su limitado alcance. Es preocupante la ausencia de Screening, así como la falta de metodologías locales que faciliten la identificación, evaluación, ponderación de los impactos, y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). Estas deficiencias en el sistema se manifiestan en: (i) los resultados insatisfactorios de la EIA, (ii) la pérdida de información valiosa en el proceso de toma de decisiones, especialmente en lo que respecta a planificación y gestión ambiental, que son, por lo tanto incapaces de producir resultados óptimos, (iii) el deterioro progresivo del ambiente (IDEAM, 2004).

En cuanto a la vigilancia y el control del proceso, de los siete criterios utilizados, sólo uno fue evaluado positivamente; de los otros seis, tres fueron clasificados con un éxito parcial y tres evaluados negativamente. En consecuencia, la debilidad del sistema de EIA de Colombia es evidente en este aspecto del proceso. Esto es especialmente cierto cuando se trata de la no existencia de procedimientos de monitoreo, incentivos económicos públicos y privados para fomentar el uso de la EIA, así como falta de garantías jurídicas y medidas que garanticen la aplicación efectiva de los planes de manejo ambiental. Como resultado de ello, las empresas públicas y privadas no participan voluntariamente en la EIA y, por tanto, muestran muy poca responsabilidad social y ambiental. La principal de todas estas deficiencias es la falta de participación del público en la EIA, una posibilidad sólo abierta a los grupos étnicos nativos. Sin embargo, es generalmente reconocido que en la contratación pública la participación es indispensable cuando se trata de mejorar la eficacia y la calidad de los Proceso de EIA (Ortolano, 1987; Leu et al, 1996; Madera y Copell, 1999; Madera y Barker, 1999; Annandale, 2001; Ahmad, B.; Madera, Ch.A, 2002; El-Fadl, K., El-Fadel, M, 2004; Paliwal, 2006).

2.5 PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO DE EIA EN COLOMBIA

Este estudio sobre la eficacia del proceso de EIA, pone de manifiesto la urgente necesidad que el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia revise el marco legal relacionado con el proceso de Licenciamiento Ambiental y proponga reformas

al mismo. Especialmente es preocupante el bajo número de actividades que requieren LA y la exoneración de algunas con alto impacto potencial, la discriminación en la participación pública, la falta de incentivos para la EIA voluntaria, la necesidad de mejorar la formación del personal vinculado al sistema de EIA, el moderado seguimiento y control, y la carencia de lineamientos técnicos oficiales para el uso de metodologías de valoración.

Respecto a las metodologías para la valoración de los impactos, por considerarla una parte importante del proceso de EIA, y una estrategia de corto y mediano plazo para el mejoramiento del mismo, se sugieren una serie de recomendaciones que serán desarrolladas en el capítulo 4 de esta memoria, y que pueden resumirse de la siguiente forma:

- i. ***Elección de la metodología cualitativa, como metodología de uso genérico en el proceso de EIA en Colombia.*** La metodología cualitativa tiene una serie de ventajas técnicas y de posibilidades de modificación, que la hacen pertinente para ser usada como metodología base para los procesos de EIA, sin limitar el uso de otras que tengan una eficiencia igual o mayor a esta. La versatilidad de la metodología ha hecho que sea utilizada localmente y en otros países del entorno, introduciéndosele modificaciones para ajustarse a los lineamientos jurídicos y las características de los ecosistemas y la sociedad.
- ii. ***Modificación de la metodología cualitativa.*** A pesar de las ventajas, la metodología cualitativa tiene algunas debilidades relacionadas especialmente, con la valoración de los impactos a criterio de los evaluadores o proponentes del proyecto, lo que facilita la manipulación de la información y la calificación de los impactos en categorías que los excluye de las actividades correctivas; en consecuencia pueden generarse daños y pérdida de la diversidad y disminución del bienestar de la comunidad. Una oportunidad se encuentra en la inclusión del atributo Posibilidad de Ocurrencia en la ecuación para el cálculo de la Importancia del Proyecto, y de las características de los factores ambientales y actividades en la cálculo de la Importancia Total, para lo que es necesario la construcción de una serie de indicadores de vulnerabilidad de los factores ambientales para cada una de las regiones naturales del país, y la calificación del Impacto Ambiental Potencial de las actividades que requieren LA.

3. LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

La evaluación del sistema de EIA en Colombia ha permitido identificar sus debilidades y fortalezas, que junto a un análisis del proceso de otros países de América y Europa, facilitará generar una propuesta metodológica que permita llevar a cabo la valoración de impactos ambientales de acuerdo al contexto social, económico, cultural y ecosistémico del país.

Como ejes de análisis se incluirá el concepto de EIA, las actividades obligadas al procedimiento de EIA, los métodos sugeridos para la valoración de los impactos ambientales y la participación ciudadana, además de un comparativo general, utilizando la metodología desarrollada por Wood (2003a) para evaluar procesos de EIA, presentada en el capítulo 3. Los países de Latinoamérica escogidos para la comparación (Argentina, Chile, países de Centro América agrupados en la Comisión Centro Americana de Ambiente y Desarrollo), han sido elegidos por la similitud que tienen con Colombia en relación a sus ecosistemas, cultura, indicadores de desarrollo económico y humano. También se ha analizado el proceso de EIA de Canadá y Alemania, por la complejidad del proceso y por citarse en la literatura como modelos a seguir y de España, por la influencia que sus leyes relacionadas con la EIA han tenido en América Latina, y particularmente en Colombia, además de cumplir con las directivas de la Unión Europea sobre EIA y tener un sistema de EIA que evoluciona de manera continua. Finalmente se incluye un análisis consolidado de Estados Unidos, Países Bajos, Nueva Zelanda, Reino Unido, Hong Kong y República de Maldivas, para tener un mayor número de referentes globales sobre procesos de EIA.

3.1 EIA EN ARGENTINA

Argentina posee un régimen político administrativo de tipo Federal, donde las provincias (o estados) se rigen por leyes propias (DRAE 2003); no obstante en la gestión ambiental están sujetas a la Ley General del Ambiente del 6 de Noviembre de 2002.

En esta ley la EIA está consagrada como uno de los instrumentos de la política ambiental (Ley General del Ambiente de Argentina: Artículo 8º); específicamente ordena la obligatoriedad de ejecutar procedimientos de EIA a toda obra o actividad susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población en forma significativa (Ley General del Ambiente de Argentina, Artículos 11º -13º). Asimismo, se establece la necesidad de asegurar la participación ciudadana (Ley General del Ambiente de Argentina: Artículo 21º) y el deber de contratar un seguro de cobertura suficiente para garantizar el financiamiento de la mitigación de los impactos potenciales del proyecto (Ley General del Ambiente de Argentina: Artículo 22).

Teniendo en cuenta que las provincias legislan de manera particular el proceso de EIA, se presenta el análisis de la Provincia de Santa Cruz.

3.1.1 Conceptualización de la EIA

El 10 de Julio de 2003 el poder legislativo de la provincia de Santa Cruz aprueba la Ley Nº 2658 sobre EIA. En ella se define la EIA como el procedimiento técnico administrativo destinado a identificar, interpretar y prevenir los efectos de corto, mediano y largo plazo, que actividades, proyectos, programas o emprendimientos públicos o privados puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes en la Provincia, concepto acorde a los fundamentos internacionales de este tipo de procesos (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa Cruz, Artículo 1º).

3.1.2 Actividades obligadas al proceso de EIA

A este respecto la Ley es amplia en su formulación y profundamente respetuosa con el principio de precaución, al elegir el tipo de actividad, proyecto o programa que debe someterse al proceso de EIA por los impactos que, de manera directa o indirecta, puedan generar, más que por la actividad en si misma (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa

Cruz, Artículo 3º)¹⁹. Este tipo de decisión es consecuente con los conceptos ecológicos, sociológicos y económicos, donde el ambiente posee particularidades dependiendo del contexto. De esta forma, una actividad en una determinada área, puede o no generar impactos que justifiquen el proceso de EIA. El principio fundamental de la elección de las actividades obligadas al procedimiento de EIA está basado en su capacidad para modificar directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial de Santa Cruz; incluyendo aquellas que (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa Cruz, Artículo 7º):

- contaminan directa o indirectamente el suelo, agua, aire, flora, fauna, paisaje y otros componentes, tanto naturales como culturales del ecosistema,
- modifiquen la topografía, alteren o destruyan sitios, yacimientos o manifestaciones culturales de tipo arqueológico, paleontológico, antropológico y arquitectónico, aunque éstas no hayan sido declaradas como bienes patrimoniales, culturales de la provincia,
- alteren o destruyan, directa o indirectamente, parcial o totalmente, individuos y poblaciones de flora y fauna o recursos culturales,
- modifiquen los márgenes, cauces, caudales, régimen y comportamiento de las aguas superficiales y subterráneas,
- alteren márgenes, fondos, régimen y conducta de las aguas superficiales no corrientes,
- alteren la naturaleza y comportamiento de las aguas en general y su circunstancia,
- emitan directa o indirectamente ruido, calor, luz, radiación ionizante y otros residuos energéticos molestos o nocivos,
- modifiquen la atmósfera y el clima,
- propenden a la generación de residuos, desechos y basuras sólidas,
- propenden directa o indirectamente a la eutrofización cultural de las masas superficiales de agua,
- utilicen o ensayen dispositivos químicos, biológicos, nucleares y de otro tipo,
- agoten los recursos naturales renovables y no renovables,
- favorezcan directa o indirectamente la erosión eólica, hídrica, por gravedad o biológica,

Así como cualquier otra actividad capaz de alterar los ecosistemas o sus componentes, tanto naturales como socioculturales, la salud y bienestar de la población

¹⁹ “Se encuentran comprendidos en el régimen de la presente ley todas las actividades, proyectos, programas o emprendimientos susceptibles de modificar directa o indirectamente en cualquiera de sus etapas de ejecución el ambiente, que realicen o proyecten realizar personas físicas o jurídicas, públicas o privadas”.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Quien determina la necesidad de un EsIA y la metodología a seguir, es la administración ambiental mediante el análisis del Manifiesto de Impacto Ambiental, que el responsable de la actividad, proyecto o programa debe presentar de manera previa al mismo. El Manifiesto de Impacto Ambiental contiene una síntesis descriptiva de las acciones que se pretenden realizar, para que la autoridad pueda decidir sobre el tipo de EsIA adecuado a las características del medio y la actividad (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa Cruz, Artículo 9º).

3.1.3 Guía para la valoración de Impactos ambientales

La Ley al exigir el uso de una serie de atributos para valorar los impactos ambientales disminuye la posibilidad de alterar los EsIA a favor del proponente del proyecto. En relación a la metodología para la identificación y valoración de los impactos, debe ser cualitativa y cuantitativa en cada una de las etapas, para permitir que se puedan determinar las relaciones causa-efecto entre las acciones del proyecto y los factores del medio (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa Cruz, Artículo 11º, Numeral 4).

Se anexa en esta ley una guía para tipificar los impactos que se generan con mayor frecuencia en el ambiente. La clasificación se hará de acuerdo con (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa Cruz, Artículo 11º, Numeral 4, Anexo 1):

- La variación de la calidad ambiental.
- La extensión del impacto.
- La intensidad o grado de destrucción.
- El momento en que se manifiesta.
- La persistencia del impacto.
- La factibilidad de recuperación del impacto.
- La relación causa-efecto del impacto.
- La interrelación de acciones o efectos causados.
- Su periodicidad.
- La necesidad de aplicación de medidas correctoras

3.1.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA

La participación ciudadana esta prevista en todos los casos que se requiera un proceso de EIA de la siguiente manera: la decisión sobre el proyecto será publicada en el Boletín Oficial y en uno o más diarios de edición y circulación regional por el término de tres

(3) días, a fin de que la ciudadanía tome conocimiento del mismo y emita sus pareceres y opiniones en la forma y tiempo determinados en la reglamentación (Ley 2658 de 2003 de la Provincia de Santa Cruz, Artículo 15º).

3.2 EIA EN CHILE

La EIA en Chile se reglamenta a partir de la entrada en vigor de la Ley N° 19.300 del 9 de Marzo de 1994, el Decreto 30 del 27 de Marzo de 1997 y el Decreto 95 de 2001. Las principales características de esta legislación se relacionan con la creación del sistema Nacional de EIA, la obligación de presentar declaraciones y estudios de Impacto Ambiental para un amplio grupo de actividades, y la posibilidad de extender esta medida a proyectos no incluidos teniendo en cuenta la probabilidad de generar impactos.

3.2.1 Conceptualización de la EIA

El concepto se ajusta a la definición internacional como un proceso para tomar decisiones relacionadas con proyectos o actividades que pueden generar impactos ambientales. La Comisión Nacional del Medio Ambiente o la Comisión Regional administración ambiental determina, en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes (ley 19300 de 1994, Artículo 2, Inciso j) (Decreto 30 de 1997, Artículos 17-24).

3.2.2 Actividades obligadas al proceso de EIA

La ley 19300 de 1994, (artículos 8º y 9º) incluye una extensa lista de actividades obligadas al proceso de EIA y de proyectos de importancia significativa por los impactos que potencialmente pueden generar, por ejemplo:

- Conjuntos habitacionales con una cantidad igual o superior a ochenta (80) viviendas en áreas rurales, o ciento sesenta (160) viviendas en zonas con límite urbano (Decreto 95 de 2001, Artículo 3º, Inciso g1).
- Proyectos de equipamiento destinados en forma permanente a salud, educación, seguridad, culto, deporte, esparcimiento, cultura, transporte, comercio o servicios (Decreto 95 de 2001, Artículo 3º, Inciso g2).

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

- Proyectos de desarrollo minero, incluyendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles (Decreto 95 de 2001, Artículo 3º, Inciso i).
- Instalaciones fabriles, tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales (Decreto 95 de 2001, Artículos 3º, Inciso k).
- Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorde de animales de dimensiones industriales (Decreto 95 de 2001, Artículos 3º, Inciso l).
- Proyectos de desarrollo o explotación forestal, industrias de celulosa, pasta de papel, plantas astilladoras, elaboradas de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales (Decreto 95 de 2001, Artículos 3º, Inciso m).
- Proyectos de saneamiento ambiental como alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales (Decreto 95 de 2001, Artículos 3º, Inciso o).

Todos los proyectos o actividades que se sometan al Sistema de EIA, deben presentar una Declaración de impacto ambiental que permite a la administración evaluar si el impacto se ajusta a las normas ambientales vigentes, salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente una serie de efectos, características o circunstancias (Tabla 25) en cuyo caso deberá presentar un EsIA (Decreto 95 de 2001, Artículos 4º).

3.2.3 Guía para la valoración de impactos ambientales

Los EsIA incluyen la identificación, predicción y evaluación (valoración) de impactos ambientales y eventuales situaciones de riesgo, las acciones correctivas, la reparación y compensación, y las medidas de prevención de riesgos y control de accidentes y el plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes (Decreto 95 de 2001, Artículo 12, Inciso b).

En lo correspondiente a la metodología de valoración (evaluación en la legislación Chilena), no se exige uno en particular, pero se dan referencias que guían el proceso, como es la obligación de hacer las predicciones y evaluaciones de los impactos ambientales con base en modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos. Cuando por su naturaleza un impacto no se pueda cuantificar, su evaluación sólo tendrá un carácter cualitativo.

Así mismo, cuando corresponda, la predicción y evaluación de los impactos ambientales se efectuará considerando el estado de los elementos del medio ambiente en su condición más desfavorable. El uso de procedimientos o metodologías deberán estar debidamente justificado.

Tabla 25. Efectos o circunstancias de los proyectos o actividades que están obligados a presentar EsIA en Chile

FUNDAMENTO JURIDICO Decreto 95 de 2001	EFFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS DEL PROYECTO O ACTIVIDAD
Artículo 5	Genera riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos que genera o produce.
Artículo 6	Genera efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
Artículo 8	Genera reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
Artículo 9	Se localiza próximo a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
Artículo 10	Genera o presenta alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
Artículo 11	Genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Fuente: Elaboración propia basado en Decreto 95 de 2001

La predicción y evaluación de los impactos ambientales considerará los efectos, características o circunstancias que hacen que una actividad o proyecto esté obligado a la presentación de un EsIA, y considerará según corresponda, los impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos (Decreto 95 de 2001, Artículos 12, Inciso g).

3.2.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA

El proceso de EIA incluye la participación, sin distinción alguna del grupo político, social o cultural al que pertenezca el ciudadano. De esta forma dentro de los diez días siguientes a la presentación del EsIA, el titular del proyecto o actividad deberá publicar en el Diario Oficial y en un diario o periódico de la capital de la región o de circulación nacional, según sea el caso, un extracto visado con la información que permite a las organizaciones

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

ciudadanas y las personas naturales enterarse del proyecto y construir opiniones al respecto, además de formular observaciones al EsIA ante el organismo competente. Estas observaciones serán ponderadas en los fundamentos de la resolución de calificación ambiental, que es notificada posteriormente a quienes formularon dichas observaciones. (Decreto 95 de 2001, Artículos 50, 52, 53).

3.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN CENTRO AMÉRICA

Los países Centroamericanos (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, el Salvador, Honduras, Belice y Guatemala), unidos en la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), adoptaron de común acuerdo el Proyecto EIA en Centroamérica una herramienta para el desarrollo sostenible, que contempla como primer objetivo general, el fortalecimiento y la armonización de los sistemas de EIA de la región. Lo anterior en respuesta a los lineamientos de la Estrategia Centroamericana de Modernización y Fortalecimiento de la EIA, que establece el desarrollo de una agenda para mejorar la legislación, la eficiencia y la efectividad de los sistemas de EIA (CAAD, UICN, 2006).

Como resultado parcial, se ha diseñado una página web que contiene todos los documentos relacionados con los lineamientos jurídicos para el proceso de EIA (www.eia-centroamerica.org) y las publicaciones técnicas, “EIA para Centroamérica”, “La participación social desde un enfoque de equidad de género en los EsIA en Centroamérica”, “La EIA avanza en Centroamérica” y el “Manual técnico de EIA. Fundamentos generales para Centroamérica”. Complementariamente se han ejecutado investigaciones como el estudio comparativo de los sistemas de EIA en Centroamérica.

3.3.1 Conceptualización de la EIA

En los documentos que guían los procesos de EIA en Centro América, se define la EIA como “el procedimiento jurídico-administrativo que tiene como fin aceptar, modificar o rechazar, por parte de la administración pública, proyectos o actividades”, concepto en concordancia con las definiciones generales de este proceso (Aguilar, 2003).

3.3.2 Guía para la valoración de impactos ambientales

La mayoría de los países dispone de una guía para la elaboración de EsIA y la definición de los términos de referencia para proyectos que han realizado una Evaluación

Ambiental Inicial (CCAD-UICN, 2006). En relación con el uso de metodologías concretas para la valoración de los impactos, se sugiere que las autoridades ambientales definan una metodología estándar o genérica aplicable, como mínimo, en todos los procesos de EIA. El uso de la metodología genérica no prohíbe la utilización de otras metodologías, sino que aparte de utilizar la que define la administración, se pueda aplicar otra complementaria, si es el caso, dando con ello mayor objetividad y evitando los posibles sesgos de los evaluadores, cuando se permite la elección deliberada de la metodología.

La recomendación de un modelo genérico de valoración de impactos ambientales para Centro América, generó en Costa Rica la exigencia de utilizar, como mínimo, un grupo de atributos para la valoración de los Impactos Ambientales (Tabla 26) (UICN, 2003).

3.3.3 Participación ciudadana en el proceso de EIA

La participación pública está incluida en la totalidad de los procesos de EIA sin exclusiones; no obstante, requiere un mayor desarrollo. Hasta ahora el procedimiento principal en los siete países consiste en publicar o informar a la comunidad cuando un EsIA se ha presentado a revisión para que el público pueda consultarlo y presentar observaciones. El otro componente que se ha implementado es la Audiencia o el Foro Público, cuya reglamentación, organización, alcance y objetivos, no están del todo bien desarrollados y requieren de un proceso de mejoramiento (CCAD, UICN, 2006).

Como medida de mejoramiento de la participación comunitaria, uno de los temas del Acuerdo Regional sobre EIA firmado por el Consejo de Ministros de la CCAD, se refiere al fortalecimiento del proceso de participación de la Sociedad Civil para aquellos proyectos que requieren de EsIA, teniendo en cuenta (UICN, 2003):

- La interacción con las comunidades humanas influenciadas directa e indirectamente por el proyecto.
- La divulgación del proceso de EIA y la apertura de espacios para recibir observaciones.
- La celebración de Audiencias Públicas.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Tabla 26. Modelo genérico de valoración de impactos ambientales recomendado por la administración ambiental en Costa Rica

ATRIBUTO DE VALORACIÓN	VALOR	ATRIBUTO DE VALORACIÓN	VALOR
SIGNO		INTENSIDAD (Int)	
Impacto benéfico	+1	Baja	1
Impacto perjudicial	-1	Media	2
		Alta	3
		Muy alta	8
		Total	16
		Factor de Ponderación	3
EXTENSION (E)		MOMENTO (M) (t1-t0)	
Puntual	1	Largo plazo	1
		Mediano plazo	4
Parcial	2	Inmediato	
Extenso	3	Crítico	1, 4
Total	8	Factor de Ponderación	1
Crítico	≤ 8		
Factor de Ponderación	2		
PERSISTENCIA (P)		REVERSIBILIDAD (R)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
		Medio plazo	3
Temporal	2	Largo plazo	5
Pertinaz	4	Irreversible	8
Permanente	8	Irrecuperable	20
Factor de Ponderación	1	Factor de Ponderación	1
MEDIDAS CORRECTORAS		IMPORTANCIA (I) +/- [3 Int + 2 E + M + P + R]	
En proyecto	P		
En obra	O		
En funcionamiento	F		
Sin posibilidad	N		

Fuente: UICN, 2003

3.4 EIA EN ESPAÑA

La normativa aplicable a la EIA en España está precedida por la Directiva 85/337/CEE²⁰, transpuesta al derecho interno español por el Real Decreto Ley 1302/1986 y el Real Decreto Ley 1131/ 1988. Posteriormente la Ley 6/2001 introduce modificaciones al régimen jurídico y la Ley 9/2006 sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (publicada en el BOE de 29/04/2006), traspone al derecho interno especial la Directiva 2001/42/CE relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente o Evaluación de Impacto Ambiental Estratégica (EIAE).

3.4.1 Conceptualización de la EIA

El concepto de EIA en España se encuentra acorde a los fundamentos mundialmente usados, ubicándola como un proceso mediante el cual la autoridad competente toma decisiones sobre los proyectos o actividades que pueden generar impactos al ambiente (RDL 1131/1998, Artículo 5).

3.4.2 Actividades obligadas al proceso de EIA

El conjunto de actividades obligadas al procedimiento de EIA y por tanto a la identificación y valoración de impactos ambientales, se ha ampliado pasando acorde a los lineamientos de la Directiva 85/337/CEE de nueve a veintiuna categorías (desde el listado del RDL 1302/1986 a los anexos I y II de la ley 6/2001) e incluyendo un grupo de actividades con potencial para generar impactos negativos.

Los anexos de la Ley 6/2001 son listados taxativos de actividades, pero incluyen la mayoría de actividades que pueden generar impactos significativos. Estos se subdividen en dos:

Anexo I. Proyectos públicos o privados relacionados con la realización de obras, instalaciones o de cualquier otra actividad que deben someterse obligatoriamente a una EIA en la forma prevista en la ley. Incluye los siguientes grupos de actividades:

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería

Grupo 2. Industria extractiva.

²⁰ Directiva 85/337/CEE, Artículo 2, Numeral 1º. Los Estados miembros adoptarán las disposiciones necesarias para que, antes de concederse la autorización, los proyectos que puedan tener repercusiones importantes sobre el medio ambiente , en particular debido a su naturaleza , sus dimensiones o su localización, se sometan a una evaluación en lo que se refiere a sus repercusiones.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Grupo 3. Industria energética,

Grupo 4. Industria siderúrgica y mineral.

Grupo 5. Industria química, petroquímica, textil y papelera.

Grupo 6. Proyectos de infraestructuras.

Grupo 7. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.

Grupo 8. Proyectos de tratamiento y gestión de residuos.

Grupo 9. Otros proyectos.

Anexo II. Proyectos públicos o privados relacionados con la realización de obras, instalaciones o de cualquier otra actividad que deben someterse a una EIA cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso. Incluye los siguientes grupos de actividades:

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería (*v.gr* Primeras repoblaciones forestales cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas y proyectos no incluidos en el anexo I). Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluyendo riego o avenamiento de terrenos cuando afecten a una superficie mayor de 10 hectáreas y proyectos no incluidos en el anexo I, o bien proyectos de consolidación y mejora de regadíos de más de 100 hectáreas.

Grupo 2. Industrias de productos alimenticios.

Grupo 3. Industria extractiva.

Grupo 4. Industria energética (*v.gr* refinerías de petróleo bruto, excluidas las empresas que produzcan únicamente lubricantes a partir de petróleo bruto, así como las instalaciones de gasificación y de licuefacción de al menos 500 toneladas de carbón de esquistos bituminosos o pizarra bituminosa al día).

Grupo 5. Industria siderúrgica y mineral. Producción y elaboración de metales.

Grupo 6. Industria química, petroquímica, textil y papelera.

Grupo 7. Proyectos de infraestructuras.

Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.

Grupo 9. Otros proyectos.

Los criterios de decisión para exigir un proceso de EIA a las actividades incluidas en el anexo II son:

1. *Características de los proyectos.* Las características de los proyectos que deberán considerarse son:

- El tamaño del proyecto.
- La acumulación con otros proyectos.
- La utilización de recursos naturales.

- La generación de residuos.
- Contaminación y otros inconvenientes.
- El riesgo de accidentes, considerando en particular las sustancias y las tecnologías utilizadas.

2. *Ubicación de los proyectos.* La sensibilidad medioambiental de las áreas geográficas que puedan afectarse por los proyectos deberá considerarse teniendo en cuenta:

- El uso existente del suelo.
- La relativa abundancia, calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales.
- La capacidad de carga del medio natural, con especial atención a las áreas siguientes:
 - Humedales.
 - Zonas costeras.
 - Áreas de montaña y de bosque.
 - Reservas naturales y parques.
 - Áreas clasificadas o protegidas por la legislación del Estado o de las Comunidades Autónomas, áreas de especial protección designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE.
 - Áreas en las que se han rebasado ya los objetivos de calidad medioambiental establecidos en la legislación comunitaria.
 - Áreas de gran densidad demográfica.
 - Paisajes con significación histórica, cultural y/o arqueológica.

3. *Características del impacto potencial.* Los potenciales efectos significativos de los proyectos deben considerarse en relación con los criterios establecidos en los anteriores apartados 1 y 2, teniendo presentes:

- La extensión del impacto (área geográfica y tamaño de la población afectada).
- El carácter transfronterizo del impacto.
- La magnitud y complejidad del impacto.
- La probabilidad del impacto.
- La duración, frecuencia y reversibilidad del impacto.

3.4.3 Guía para la valoración de impactos ambientales

Aunque no se especifica una metodología en particular, se exige identificar y valorar los impactos ambientales mediante un grupo de atributos, lo que permite calificar los efectos positivos de los negativos, los temporales de los permanentes, los simples de los acumulativos y sinérgicos, los directos de los indirectos, los reversibles de los irreversibles, los recuperables de los irrecuperables, los periódicos de los de aparición irregular, los continuos de los discontinuos. Se indicarán además los impactos ambientales compatibles, moderados, severos y críticos que se prevean como consecuencia de la ejecución del proyecto.

La valoración de estos efectos debe hacerse de manera cuantitativa si fuese posible, o cualitativa, informando los indicadores o parámetros utilizados, empleándose normas o estudios técnicos de general aceptación que establezcan valores límite o guía, según los diferentes tipos de impacto. Cuando el impacto ambiental rebase el límite admisible, deberán preverse medidas protectoras o correctoras que conduzcan a un nivel inferior a ese umbral. Si no es posible la corrección, y resultan afectados elementos ambientales valiosos, se procederá a recomendar la anulación o sustitución de la acción causante de tales efectos.

Se jerarquizarán los impactos ambientales identificados y valorados, para conocer su importancia relativa. Así mismo, se efectuará una evaluación global que permita adquirir una visión integrada y sintética de la incidencia ambiental del proyecto.

Se indicarán los procedimientos usados para conocer el grado de aceptación o repulsa social de la actividad, y las implicaciones económicas de sus efectos ambientales.

Finalmente, se detallarán las metodologías y procesos de cálculo utilizados en la evaluación o valoración de los diferentes impactos ambientales, así como la fundamentación científica de esa evaluación (RDL 1131/1998, Artículo 10). Como documentación de apoyo, existe una serie de guías para EsIA de proyectos como Carreteras y ferrocarriles (MOPU, 1991), Grandes presas (MMA, 2000), Repoblaciones forestales (MOPU, 1990) y Aeropuertos (MOPU, 1992).

3.4.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA

La participación pública ha estado presente en los procedimientos de EIA desde las consultas previas que se hicieron para la formulación y aprobación del RDL 1302/1986. Igualmente se exige que los EsIA sean sometidos al trámite de información pública (RDL 1302/1986, Artículo 3, Numeral 1; RDL 1131/1988, Artículo 15). De esta manera la persona física o jurídica, pública o privada que se proponga realizar un proyecto que requiere EsIA, comunicará al órgano de medio ambiente competente la mentada intención, acompañando una memoria resumen que recoja las características más significativas del proyecto a realizar.

En el plazo de diez días a partir de la presentación de la memoria-resumen, el órgano administrativo de medio ambiente podrá efectuar consultas a las personas afectadas por la ejecución del proyecto, con relación al impacto ambiental que, a juicio de cada una, se derive de aquél, o cualquier indicación que estimen beneficiosa para una mayor protección y defensa del medio ambiente, así como cualquier propuesta que estimen conveniente respecto de los contenidos específicos a incluir en el EsIA (RDL 1131/1988, Artículo 13). Los resultados de la consulta se comunicarán al titular del proyecto para que complete los aspectos pertinentes del estudio (RDL 1131/1988, Artículo 17).

3.5 EIA EN CANADA

Como respuesta a la solicitud de la comunidad y los gremios empresariales para implementar la EIA, se establece de manera no obligatoria el Proceso de Revisión y Evaluación Ambiental (Environmental Assessment and Review Process "EARP") el 20 de Diciembre de 1973. En la Ley de la organización del Gobierno de 1979 se enmienda el proceso, responsabilizándose al Ministerio Federal del Ambiente la evaluación ambiental de proyectos, programas y actividades federales. En 1984 la EIA se formalizó en las Guías reglamentarias del EARP donde se clasifican los roles y las responsabilidades de los participantes. Posteriormente en 1995 y ante la necesidad de reformar y fortalecer la EIA, entra en vigor la Ley Canadiense de Evaluación Ambiental; esta regulación obliga a incluir consideraciones ambientales en todas las decisiones relacionadas con los proyectos, con el objetivo principal de disminuir las incertidumbres y hacer el proceso de Evaluación Ambiental más eficiente, efectivo, fácil, abierto y aumentar la participación. De manera complementaria se crea la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental (Canadian Environmental Assessment Agency "CEAA") que reemplazó la Oficina Federal de Revisión de Evaluación Ambiental (Wood, 2003a).

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Tras una amplia consulta pública, el Ministro de Medio Ambiente presentó un informe para introducir modificaciones a la Ley en Marzo de 2001. Finalmente se presentó el proyecto de ley C-9 para modificar la Ley Canadiense de Evaluación Ambiental, recibiendo la sanción real el 11 de Junio de 2003 y entrando en vigor el 30 de octubre de 2003 (CEAA, 2008).

La legislación sobre EIA del Canadá es de interés internacional, ya que afianza el principio de la participación del público, designa las responsabilidades de las autoridades federales y describe los requisitos y el procedimiento para llevar a cabo los diferentes niveles de EIA: a) informe inicial de selección, b) estudio amplio y c) revisión pública ya sea por un grupo independiente o un mediador (<http://eia.unu.edu/wiki/index.php/Canada>).

3.5.1 Conceptualización de la EIA

El proceso de EIA se homologa en la legislación Canadiense como Evaluación Ambiental (EA). En general, es un proceso para predecir los efectos ambientales de las iniciativas propuestas antes de iniciarse (CEAA, 2008).

La evaluación ambiental en Canadá tiene como objetivos:

- Identificar posibles efectos ambientales
- Proponer medidas para mitigar los efectos adversos
- Predecir la importancia de los efectos ambientales adversos, incluso después que de aplicar la mitigación
- Incorporar factores ambientales en la toma de decisiones
- Dar oportunidad para la participación del público
- Brindar protección de la salud humana
- Usar de manera sostenible los recursos naturales
- Reducir los costos del proyecto y las tardanzas

La evaluación ambiental debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible en la planificación y desarrollo de las etapas de un proyecto, por lo tanto es una herramienta imprescindible para los encargados de adoptar decisiones y un referente para incorporar las medidas de mitigación en los planes propuestos.

Una singularidad de la EA en Canadá es que los proyectos obligados al proceso de EIA deben recibir un grado adecuado de EA. El grado depende en gran medida de la escala y la complejidad de los efectos probables del proyecto. En consecuencia, hay cuatro tipos de

Evaluaciones Ambientales: screening (incluidos los diferentes tipos de screening) estudio exhaustivo, mediación y evaluación por un panel de revisión:

1. **Screening.** Este tipo especial de evaluación se aplica a proyectos en los cuales se tiene conocimiento que los efectos pueden mitigarse fácilmente. Un screening es un enfoque sistemático para documentar los impactos ambientales de un proyecto o actividad y determinar la necesidad de eliminar o mitigar los impactos negativos. Este tipo de Evaluación Ambiental variará en el tiempo, duración y profundidad de análisis, dependiendo de las características del proyecto propuesto, del medio ambiente y los impactos ambientales potenciales. En algunos screening sólo podrán exigirse un breve análisis de la información disponible y un breve informe; otros pueden necesitar estudios de antecedentes y ser más exhaustivos y rigurosos.

La autoridad responsable debe preparar o asegurar la preparación de un informe que resume las conclusiones del examen.

Una vez que el Screening ha concluido, la autoridad responsable valora la significación de los impactos ambientales del proyecto lo que determina la adopción de medidas por parte de la autoridad ambiental para que el proyecto pueda desarrollarse; por ejemplo, la necesidad de una nueva evaluación o examen. Sin embargo la autoridad responsable no puede tomar ninguna decisión que permita al proyecto ejecutarse si puede generar impactos negativos importantes, aún aplicando las medidas de mitigación.

2. **Estudio exhaustivo.** Se aplica a proyectos de gran escala ubicados en áreas ecológicamente sensibles; la evaluación es más detallada e incluye la obligación de la participación del público. La mayoría de los proyectos federales se evalúan mediante un screening, sin embargo, algunos proyectos requieren un estudio exhaustivo. Estos proyectos se describen en la **Lista de Estudios Exhaustivos** y se relacionan con actividades que pueden generar impactos negativos significativos, por ejemplo, actividades petroleras y gas natural, energía nuclear, generación de electricidad, plantas industriales y algunos proyectos en los parques nacionales. También se puede ordenar este tipo de EA en caso de la existencia de preocupaciones del público. En el estudio exhaustivo el Ministro de Medio Ambiente tiene que decidir si el proyecto debe someterse a Estudio Exhaustivo, o si debe ser remitido a un mediador o panel de revisión.

Posteriormente al Estudio Exhaustivo, el Ministro emite una decisión de EA que incluye la opinión sobre la importancia de los efectos ambientales del proyecto y establece las medidas de mitigación o de seguimiento del programa que considere apropiado.

El Ministro también tiene la facultad de solicitar información adicional o exigir que las preocupaciones del público sean tenidas en cuenta antes de emitir una decisión.

3. **Mediación.** Es un proceso en el que el Ministro de Medio Ambiente designa a un mediador imparcial para evaluar un proyecto y ayudar a las partes interesadas a resolver los problemas. La mediación es un proceso voluntario de negociación, en el que un organismo independiente e imparcial ayuda a las partes interesadas a resolver sus problemas. El mediador es nombrado, previa consulta con la autoridad responsable y las partes interesadas.

La mediación puede ser utilizada para resolver gran parte de los problemas que se plantean en una EA o puede ser utilizada en combinación con una evaluación por un panel de revisión. Por ejemplo, puede apoyar un grupo para acercar a las partes a resolver las cuestiones específicas, como la determinación de la forma más eficaz de las medidas de mitigación. La mediación puede producir muchos beneficios; puede ser sensible a las preocupaciones locales y necesitar menos tiempo que hacer una evaluación por un panel de revisión. Los participantes también podrán sentir y/o saber que han contribuido a la solución de un problema.

Independientemente que la mediación resuelva con éxito las cuestiones objeto de negociación, el mediador debe elaborar un informe para la autoridad responsable y el Ministro de Medio Ambiente lo publica; una vez que el informe se ha presentado, la labor del mediador finaliza. La autoridad responsable debe tener en cuenta el informe del mediador antes de determinar la importancia de los efectos ambientales del proyecto.

4. **Evaluaciones por un panel de revisión.** Pueden ser necesarias cuando los efectos ambientales de una propuesta son inciertos o significativos o cuando estén justificadas por las preocupaciones del público. Un panel de revisión es un grupo de expertos seleccionados sobre la base de sus conocimientos y experiencia y es nombrado para examinar y evaluar en forma imparcial y objetiva un proyecto con impactos potenciales negativos; también puede ser convocado en los casos en que las preocupaciones del público así lo justifiquen. Sólo el Ministro del Medio Ambiente podrá ordenar una evaluación por un panel de revisión. Una vez que un panel de revisión ha concluido las audiencias públicas y su análisis, debe preparar un informe de evaluación ambiental que presenta un resumen de sus fundamentos, las conclusiones y recomendaciones, e incluye un resumen de las observaciones recibidas del público. Este informe se presenta a la autoridad responsable y el Ministro de Medio Ambiente lo hace público. La autoridad responsable debe tener en consideración el informe del panel de revisión, antes de tomar cualquier decisión con respecto al proyecto.

La ley establece la función de un Coordinador Federal de EA para cada Screening y Estudio Exhaustivo, con el fin de ayudar a los departamentos y organismos federales a trabajar de manera conjunta y también con otras jurisdicciones. En el desempeño de sus funciones, el Coordinador podrá establecer un comité federal de proyectos para determinar los plazos y el calendario de actividades de participación pública.

Los Proyectos sometidos a un Estudio Exhaustivo, una Mediación o Panel de Revisión, deben incluir propuestas alternativas, así como la finalidad del proyecto y los efectos sobre la sostenibilidad de los recursos renovables (CEAA, 2008).

Cada Screening, Estudio Exhaustivo, Mediación o Evaluación por un Panel de Revisión deberá incluir una evaluación de los siguientes factores (Ley C. 1992, C. 37):

- Los efectos ambientales del proyecto, incluidos los efectos ambientales derivados del mal funcionamiento o accidentes que pueden ocurrir en relación con el proyecto, así como cualquier efecto ambiental acumulativo que pueda generarse.
- La importancia de los efectos mencionados anteriormente.
- Los comentarios del público que se reciban de conformidad la presente Ley y los reglamentos.
- Las medidas que sean técnica y económicamente viables y que mitigarían cualquier efecto significativo adverso del proyecto.
- Cualquier otro asunto de interés para el Screening, Estudio Exhaustivo, Mediación o Evaluación por un Panel de Revisión.

3.5.2 Actividades obligadas al proceso de EIA

No existe en la legislación un listado taxativo de actividades obligadas a EA. Un proyecto o actividad debe someterse al proceso de EA cuando (Ley C. 1992, C. 37):

- Una autoridad federal provee una licencia, permiso o una autorización para que un proyecto se lleve a cabo.
- Una autoridad federal propone un proyecto.
- Una autoridad federal presta asistencia financiera para permitir que un proyecto sea llevado a cabo.
- Una autoridad federal vende, arrienda, o transfiere de otro modo el control o la administración de tierras federales para permitir que un proyecto sea llevado a cabo.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

La Ley incluye exenciones del proceso de EIA para determinadas actividades, teniendo en cuenta características del proyecto (la no generación de impactos ambientales significativos) y del ambiente (vulnerabilidad). Estas características están especificadas en los reglamentos y son evaluadas mediante Screening por la autoridad ambiental respectiva. La lista de actividades excluidas se encuentran en el reglamento de Regulación de exenciones SOR/2007-108, incluyendo actividades que pertenecen a los siguientes grupos:

- Proyectos generales
- Agricultura
- Energía Eléctrica
- Energía Nuclear
- Oleoductos
- Silvicultura
- Proyectos hídricos
- Transporte

3.5.3 Guía para la valoración de impactos ambientales

El sistema de EIA del Canadá, mediante la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental, provee guías completas para el proceso de EIA, y publicadas en su página web http://www.acee-ceaa.gc.ca/012/newguidance_e.htm. Se incluyen, entre otras, guías para:

- Determinar si un proyecto está obligado a EA, (Minister of Public Works and Government Services Canada, 2007).
- Desarrollar los tipos de EA: Class Screening, (Minister of Public Works and Government Services Canada, 2008) y Evaluación por Panel de Revisión, (Minister of Public Works and Government Services Canada, 1997).
- Incorporar consideraciones del cambio climático en las EA (The Federal-Provincial-Territorial Committee on Climate Change and Environmental Assessment 2003).
- Tratar los efectos ambientales acumulados (Federal Environmental Assessment Review Office, 1994a).
- Determinar si un proyecto puede causar efectos medioambientales importantes adversos (Federal Environmental Assessment Review Office, 1994b).
- Evaluar los efectos ambientales en la exploración de los recursos físicos y el patrimonio cultural (Minister of Supply and Services Canada, 1996a).
- El seguimiento de programas (Canadian Environmental Assessment Agency, 2007).
- Incorporar criterios de biodiversidad en las EA (Minister of Supply and Services Canada, 1996b).
- Incluir los conocimientos tradicionales aborígenes en las EA (CEAA, 2008).

La autoridad responsable determina la forma en que la EA se debe llevar a cabo. Por ejemplo:

- El alcance (Scope) del proyecto propuesto.
- El alcance (Scope) de la aplicación de los factores que deben tenerse en cuenta en la EA.
- Las líneas del tiempo

De esta manera, el sistema de EIA del Canadá exige la utilización de metodologías confiables para la identificación y valoración de impactos, que disminuyen la subjetividad y aumentan la eficiencia del proceso y provee al evaluador las herramientas técnicas para llevarlas a cabo.

3.5.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA

La participación pública, más que un requisito legal, se concibe dentro del proceso de EA como una oportunidad para fortalecer la calidad y la credibilidad. En ese sentido el público es una fuente importante de conocimiento local y tradicional sobre las características físicas y bióticas de la ubicación de un proyecto o actividad y los posibles impactos ambientales. A través de la participación los proponentes de proyectos pueden obtener información, comprender y responder mejor a las preocupaciones del público, e informar acerca de las decisiones.

La participación es en gran parte vinculante, sin discriminaciones y fundamental para la toma de decisiones, llevándose a cabo mediante procedimientos técnicamente planificados. En todas las clases de EA que incluyan participación del público, se garantiza la financiación de los gastos que este tipo de eventos genera como transporte, alojamiento, alimentación, documentación, etc.

Los mecanismos que facilitan la participación del público están gestionados por la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental, que dispone de un registro (Registro de Evaluación Ambiental) con toda la información sobre los proyectos sometidos a EA y una página web donde, de manera interactiva se pueden ubicar los proyectos por nombre o ubicación geográfica (Ley C. 1992, C. 37).

La Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental es la entidad responsable ante el parlamento a través del Ministro de Medio Ambiente. Sus principales responsabilidades son (CEAA, 2008):

- Promover, vigilar y facilitar el cumplimiento de la ley y su reglamento.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

- Ser defensores de alta calidad a través de EA; liderazgo, formación e investigación.
- Ser responsable de los programas de garantía de la calidad para las evaluaciones llevadas a cabo bajo la Ley y su reglamento.
- Intervenir para ayudar a las partes en la construcción de consenso y la solución de controversias.
- Prestar asesoramiento al Ministro de Medio Ambiente en el ejercicio de sus responsabilidades.

En los diferentes tipos de EA, la participación del público se hace mediante el siguiente proceso:

- En el **Panel de Revisión**, se debe informar e involucrar a grupos interesados y miembros del público, para que expresen sus preocupaciones, presenten pruebas y recomendaciones en las reuniones llamadas audiencias públicas. Un panel de control permite al proponente presentar el proyecto al público y explicar las proyecciones de los efectos ambientales y ofrecen al público escuchar las opiniones de expertos gubernamentales sobre el proyecto.
- En el **Screening**, la participación es a discreción de la autoridad responsable y depende tanto de factores como las características del proyecto, los factores físicos, bióticos, sociales, culturales y las preocupaciones del público. Si la autoridad responsable decide solicitar la participación del público como parte de la EA, se debe integrar en el proceso mediante el examen y la formulación de comentarios sobre el informe del Screening. El Ministro de Medio Ambiente tiene la facultad de exigir que las preocupaciones del público sean tenidas en cuenta antes de emitir la decisión de EA. Una vez emitida, el Ministro remite el proyecto de vuelta a la autoridad responsable para la acción.
- En el **Estudio Exhaustivo o completo**, la autoridad responsable debe proporcionar oportunidades para la participación del público en todo el proceso, antes de que el Ministro de Medio Ambiente tome una decisión sobre si el proyecto debe someterse a Estudio Completo, ser remitido a un Mediador o a un Panel de Revisión. El público tiene la oportunidad de revisar el informe del Estudio Exhaustivo antes de tomar cualquier decisión sobre el proyecto.
- En la **Mediación**, pueden participar el público y organizaciones que tengan interés o estar directamente afectados por un proyecto. Si la mediación no resuelve las

cuestiones objeto de negociación, el Ministro puede ordenar su terminación. El mediador debe entregar al Ministro del Medio Ambiente y la autoridad responsable un informe de los resultados de la mediación. La financiación para la participación está disponible.

- En las evaluaciones por ***Paneles de Revisión***, los miembros del público pueden participar en las reuniones para determinar el alcance de la EA (Scoping) y comparecer en las audiencias públicas para presentar pruebas, preocupaciones y recomendaciones. Una forma de fortalecer la participación es la presentación de un Informe anual sobre las actividades de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental y la aplicación de la Ley Canadiense sobre EA; en este informe se incluirá un resumen estadístico de todas las EA realizadas o que se hayan terminado durante el año.

3.6 EIA EN ALEMANIA

En 1975, fueron promulgadas directivas ministeriales relacionadas con principios de EIA para las decisiones públicas federales. En 1990, en cumplimiento de la Directiva Europea, se expidió la Ley de Aplicación de la directiva ministerial relacionada con la EIA de proyectos públicos y privados. Esta ley incluye, entre otros temas, el tipo de proyectos que requieren EIA y los procedimientos necesarios para llevarse a cabo (Environment Agency of Japan, 2000).

Posteriormente la EIA es modificada con la entrada en vigor de la Ley de EIA (UVPG) del 5 de Septiembre de 2001, modificada por el Artículo 3, parágrafo 9 de la Ley Federal de reformación de la Ley de Conservación de la Naturaleza del 3 de Abril de 2002; El Artículo 2 de la 7ª Ley Federal de Reformación de la Ley del Agua del 18 de Junio de 2002 y el Artículo 3 de la Ley Federal de Adaptación de las Directivas de la Unión Europea del 24 de Junio de 2004. La ley permite cumplir la Directiva del Consejo Europeo 97/11/CE del 3 de marzo de 1997 que modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de los efectos de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente y la Directiva del Consejo Europeo 85/337/CEE del 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de los efectos de determinados proyectos públicos y privados en el medio ambiente.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

El propósito de la UVPG es garantizar en el caso de determinados proyectos públicos y privados, la eficacia de la protección del ambiente sobre la base de los siguientes principios (Federal Law Gazette, I 2002):

- Identificar, describir y evaluar de manera general y a su debido tiempo, los impactos sobre el medio ambiente,
- Garantizar que los resultados de la EIA sean tenidos en cuenta tan pronto como sea posible, en todos los casos en que las autoridades decidan sobre la admisibilidad de proyectos o actividades.

3.6.1 Conceptualización de la EIA

La EIA constituye una parte integral de los procedimientos aplicados por parte de las autoridades a la hora de decidir la admisibilidad de los proyectos. La EIA comprende la identificación, descripción y evaluación de las consecuencias directas e indirectas de los impactos de un proyecto sobre:

- Los seres humanos, animales y plantas.
- Suelo, agua, aire, clima y paisaje.
- Patrimonio cultural y otros bienes materiales.
- Las interacciones entre los bienes protegidos anteriores.

La EIA en Alemania se llevara a cabo siempre con la participación del público. Si la decisión sobre la admisibilidad de un proyecto se toma en más de un procedimiento, las evaluaciones individuales realizadas en estos procedimientos se combinarán para ofrecer una evaluación general de todos los impactos ambientales. Esta definición de EIA se encuentra en concordancia con los conceptos globalmente aceptados y recomendados, entre otras instituciones por la Asociación Internacional sobre EIA.

3.6.2 Actividades obligadas al proceso de EIA

Las actividades obligadas al proceso de EIA están incluidas en un listado taxativo referenciado en el Anexo 1 de la UVPG. No obstante, el Gobierno Federal está autorizado, por medio de una ordenanza legal con el consentimiento del “*Bundesrat*”²¹, para:

- Incluir en el anexo 1 los proyectos que en vista de su naturaleza, dimensión o ubicación puedan tener impactos significativos sobre el ambiente.

²¹ El “**Bundesrat**” es una de las cinco instituciones constitucionales de Alemania.

- Excluir del anexo 1, teniendo en cuenta los actos jurídicos del Consejo o la Comisión de Comunidades Europeas, los proyectos que de acuerdo con los resultados no den motivos o sospecha de generar impactos significativos sobre el ambiente.

De esta manera, no solamente las actividades incluidas en el Anexo 1 de la UVPG estarían obligadas al proceso de EIA, sino cualquier proyecto que a consideración de la administración pueda generar impactos ambientales.

En la categoría de proyectos o actividades que deben someterse al proceso de EIA, o sobre los cuales la administración puede ordenar una EIA, se encuentran:

- Construcción y explotación de una instalación técnica.
- Construcción de otras instalaciones.
- Ubicación o el funcionamiento de una instalación técnica.
- Ubicación de cualquier otra instalación.
- Ejecución de cualquier otra medida que invada la naturaleza y/o el paisaje.
- Concesión, permiso, licencia, aprobación del plan u otra decisión oficial sobre la admisibilidad de proyectos, en el marco de un procedimiento administrativo.

Específicamente el anexo 1 Incluye los siguientes sectores productivos:

- **Madera y celulosa:**
 - Construcción y explotación de instalaciones para la producción de celulosa de madera, paja o sustancias similares fibrosas.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la producción de papel o cartón.
- **Alimentos, confitería, alimentos para animales y productos agrícolas**
 - Construcción y explotación de instalaciones para el mantenimiento de intensas de las gallinas, después de haber.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la cría intensiva de pollos.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la cría intensiva de pavos.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la cría intensiva de ganado vacuno.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la cría intensiva de cerdos de engorde con un peso corporal de 30 kg o más.
 - Cría intensiva de peces.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la cría intensiva de animales de peletería

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

- Construcción y explotación de de instalaciones para el sacrificio de animales, con una capacidad de 50 o más toneladas de peso vivo por día.
- Construcción y explotación de instalaciones para la producción de alimentos cárnicos y lácteos.
- Construcción y explotación de instalaciones para la producción de alimentos derivados de vegetales.
- **Proyectos forestales**
 - Forestación inicial.
 - Liquidación de los bosques.
- **Proyectos de construcción**
 - Construcción de centros vacacionales, complejos hoteleros o de alojamiento grandes para turistas o viajeros
 - Construcción de campamentos operados durante todo el año
 - Construcción de parques de ocio o recreación.
 - Construcción de aparcamientos.
 - Construcción de zonas industriales.
 - Construcción de centros comerciales, puntos de venta o de otro tipo a gran escala.
 - Construcción de proyectos de desarrollo urbano y de infraestructuras.
- **Generación de calor, energía y minería**
 - Construcción y explotación de instalaciones para la generación de electricidad, vapor, agua caliente, calor de proceso o calentados por gases de combustión utilizando combustible en un sistema de combustión, incluidas las calderas de vapor.
 - Minería de proyectos, incluyendo las medidas objeto de una explotación.
- **Minerales no metálicos, vidrio, cerámica, materiales de construcción**
 - Construcción y explotación canteras.
 - Construcción y explotación de una instalación para la producción de vidrio.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la cocción de cerámica.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la fundición de minerales. Construcción y explotación de sistemas integrados de fundición.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la producción de metales no ferrosos.
 - Construcción y explotación de hierro.
 -
- **Industrias**
 - Construcción y explotación de astilleros.

- Construcción y explotación de instalaciones para la construcción y montaje de vehículos de motor o una instalación para la producción de los motores de los vehículos de motor.
- Construcción y explotación de una instalación para la construcción y reparación de aeronaves.
- **Productos químicos, productos farmacéuticos, refinado y transformación de petróleo.**
 - Construcción y explotación de plantas integradas de productos químicos.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la producción de sustancias o grupos de sustancias químicas de conversión.
 - Construcción y explotación de instalaciones de destilación y el refinado de petróleo.
 - Construcción y explotación de instalaciones para la producción de pinturas o revestimientos.
- **Utilización y eliminación de residuos y otros materiales**
 - Construcción y explotación de una instalación para la eliminación o utilización de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, excepto la quema de gases provenientes de rellenos sanitarios u otras sustancias gaseosas.
 - Combustión de los residuos de petróleo o de gas de rellenos sanitarios.
 - Construcción y explotación de instalaciones para tratamiento de residuos biológicos.
 - Construcción y explotación de instalaciones para el almacenamiento de residuos del reciclado de productos.
 - Construcción y explotación de una instalación destinada al almacenamiento de cloro.
- **Energía nuclear**
 - Construcción y explotación de instalaciones de producción, tratamiento o transformación para la fisión de combustibles nucleares o para el reprocesamiento de combustibles nucleares irradiados.
- **Vertederos**
 - Construcción y explotación de vertederos para el depósito de residuos.
- **Gestión del agua**
 - Construcción y explotación de plantas de tratamiento de aguas residuales.
 - Proyectos de gestión del agua en la agricultura, incluidos el riego y el drenaje.
 - Construcción de presas u otra instalación para el mantenimiento o el almacenamiento a permanente de agua.
 - Desvío de agua de una cuenca fluvial a otra.

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

- Construcción de puertos para la navegación marítima.
- Construcción de muelles para la carga y descarga de buques.
- Construcción de un dique o terraplén que influye en las inundaciones.
- Construcción de centrales hidroeléctricas.
- Dragado de ríos o lagos para obtener minerales.
- **Proyectos de transporte**
 - Construcción de vías Federales navegables.
 - Construcción de una autopista federal o de otro tipo.
 - Construcción de nuevas carreteras Federales.
 - Construcción de cualquier otra carretera Federal.
 - Construcción de vías férrea
 - Construcción de aeropuertos

3.6.3 Guía para la valoración de impactos ambientales

El sistema de EIA Alemán provee a los evaluadores herramientas metodológicas objetivas para la planificación y desarrollo de los EsIA, que incluyen las acciones de Screening, Scoping, identificación de impactos, métodos de valoración, medidas correctivas y el seguimiento, los documentos referidos son:

- **Guía metodológica y de herramientas para la evaluación de los impactos ambientales en Alemania**, desarrollada por el Instituto de Economía Energética y uso racional de la energía de la Universidad de Stuttgart (Gressman, 2002). disponible en la página:

http://www.dii.uchile.cl/progea/proyectos/grenelem/second/wp2_germany.pdf

- **Guía de Protección Ambiental: Material auxiliar para la identificación y evaluación de impactos ambientales.**

Tomo I: Introducción, Planificación Suprasectorial, Infraestructura.

Tomo II: Economía Agropecuaria, Minería y Energía, Actividades Industriales y Artesanales. **Tomo III:** Catalogo de Estándares Ambientales.

Estos volúmenes contienen descripciones relacionadas con el medio ambiente de 59 sectores y subsectores, así como una colección de normas ambientales. Hay otras guías técnicas directrices y las experiencias reales en las cuestiones ambientales (Canadian International Development Agency, 2008).

Publicado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ, 1996), disponible en la página:

<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/START.HTM>

3.6.4 Participación ciudadana en el proceso de EIA

En los fundamentos de la UVPG se encuentra incluida la participación sin discriminación alguna en todo el proceso de EIA.

La forma de participación es la siguiente: la autoridad competente deberá escuchar la opinión del público sobre los impactos ambientales del proyecto, teniendo en cuenta los documentos de soporte. El procedimiento de audiencia debe cumplir los requisitos de la Ley de Procedimiento Administrativo. Si el promotor altera los documentos requeridos en el curso del procedimiento, la audiencia pública podrá ser suspendida hasta tanto no se haya revisado información adicional.

La administración deberá anunciar públicamente la decisión sobre la aprobación o rechazo del proyecto, adjuntando las explicaciones y las recomendaciones de modificación necesarias. La participación en los procedimientos preliminares tiene como objetivos:

- La presentación pública del proyecto.
- Garantizar que los documentos requeridos puedan ser inspeccionados por un razonable período de tiempo.
- Proporcionar la oportunidad de hacer observaciones.
- Informar al público acerca de la decisión y conceder el acceso público al contenido de la decisión junto con la exposición de motivos.

3.7 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS PROCESOS DE EIA EN LOS PAÍSES ESTUDIADOS

Una vez descritos los procesos de EIA en los países seleccionados a continuación se presenta un resumen comparativo general, de las principales características de los mismos (Tabla 27). Igualmente con el fin de tener referencias para proponer mejoras en el proceso de EIA de Colombia, se presenta un análisis de los sistemas de EIA de otros países que no fueron estudiados detalladamente en este capítulo, basándose en los postulados desarrollados por Wood (1993, 2003a) (Tabla 28), y que fueron analizados en el capítulo 2.

El análisis de los procesos de EIA de Colombia de países con entornos similares y disimiles reafirma las conclusiones obtenidas en el capítulo anterior en relación a las deficiencias observadas. Éstas son debidas básicamente a la exoneración de actividades de alto impacto para la presentación de EsIA, la pobre participación del público, la ausencia de

3. LA EIA COLOMBIANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

metodología oficiales o atributos obligatorios para valorar los Impactos Ambientales, la inexistencia de control de los participantes del proceso y la no programación del sistema de auditoría al proceso de licenciamiento ambiental para hacerlo de manera rutinaria y cíclica.

En el análisis de la situación del proceso de EIA en otros países también se ha observado que es la metodología cualitativa la que más se ha usado, adecuándose a las características económicas y sociales de los diferentes países, siendo no obstante necesario previamente ajustes para tener en cuenta el contexto de cada país.

En consecuencia, en el capítulo siguiente se desarrolla una propuesta para la modificación de la metodología cualitativa, con el fin de generar una herramienta para mejorar la gestión ambiental en Colombia.

Tabla 27. Comparación del Proceso de EIA en Colombia y en otros países

	COLOMBIA	ARGENTINA	CHILE	CENTROMERICA	CANADA	ESPAÑA	ALEMANIA
LEYES DEL PROCESO EIA	- Ley 99/1993 - Decretos 1753/1994 1728/2002 1180/2003 1220/2005	- Ley General del ambiente de 2002 - Ley 2658/2003	- Ley 19300/1994 - Decreto 30/1997 - Decreto 95/2001	Acuerdo 4 Julio/2002 Fortalecimiento Sistemas de EIA en Centroamérica. (CCAD).	- EARP 20/12/1973. - Ley de 1979 - Guías de EIA de 1984 - Ley de EIA de 1995 y 2003.	- Directiva 85/337/CEE - RDL 1302/1986 - RDL 1131/1988 - Ley 9/2006	Ley de EIA del 5 de septiembre de 2001.
CONCEPTO EIA	Difiere del utilizado globalmente. La EIA forma parte del EsIA.	Proceso técnico jurídico para tomar decisiones, sobre proyectos o actividades.	Procedimiento que en base a un EsIA, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes.	Proceso, para aceptar, modificar o rechazar proyectos o actividades con potencial de generar impactos.	Proceso para adoptar decisiones y referente para incorporar las medidas de mitigación en los planes propuestos.	Proceso para tomar decisiones sobre los proyectos o actividades que pueden generar impactos al ambiente.	Proceso para determinar si un proyecto genera impactos, y tomar decisiones sobre el mismo..
ACTIVIDADES OBLIGADAS A EIA	Se establece una lista taxativa, agrupada en 4 sectores, 4 proyectos, 14 actividades.	No hay lista taxativa, se definen por el potencial de impactos, mediante análisis interacción medio-actividad.	Lista taxativa amplia de 53 actividades, pudiendo de manera voluntaria el ejecutor incluir otras no obligadas.	Se recomiendan listados taxativos, basados en la (CIU), y elementos de riesgo.	Definidas por la autoridad federal después de aplicar un screening.	Lista taxativa amplia de 104 actividades obligadas a EIA.	Lista taxativa amplia de grupos de actividades, ampliable según el caso, por La administración..
MÉTODO PARA EL PROCESO DE EIA	Solo para 2 actividades se sugiere identificar impactos mediante atributos, no se exige un método de valoración.	Se guía el proceso de tipificación de impactos ambientales, no se exige un método específico.	No se determina método particular, se dan guías para predecir y evaluar los impactos.	Se sugiere la definición de un método estándar de valoración mínimo y la instauración de un estándar de valoración.	El sistema mediante la Agencia de Canadiense Evaluación Ambiental, provee guías completas para el proceso de EIA	Existen guías para identificar impactos de los proyectos, se exige valorar los impactos con atributos definidos.	Existen guías completas para la identificación y valoración de los impactos ambientales.
PARTICIPACIÓN CIUDADANA PROCESO EIA	Solo para proyectos o actividades que afecten áreas donde viven comunidades negras o indígenas.	Sin restricciones; una vez concluya el informe técnico de la autoridad.	Sin restricciones, las opiniones de la comunidad son ponderadas en la calificación ambiental.	Incluido en la totalidad de los procesos de EIA de la región sin exclusiones.	La participación es en gran parte vinculante, sin discriminaciones y fundamental para la toma de decisiones.	Se exige, que los EsIA sean sometidos al trámite de información pública	Incluido en todo el proceso de EIA, sin discriminación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Comparación del Proceso de EIA en Colombia y en otros países utilizando la metodología de Wood, (2003a)

CRITERIOS DE EVALUACION	Colombia	Estados Unidos*	Reino Unido*	Países Bajos*	Australia*	Nueva Zelanda*	Hong Kong**	República de Maldivas***
1. ¿Se basa el sistema de EIA en disposiciones legales claras y específicas?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2. ¿Se deben evaluar los impactos ambientales de todas las acciones significativas?	No	Parcial	Parcial	Si	Parcial	Si	Si	No
3. ¿Se exige presentación de alternativas?	Parcial	Si	No	Si	Si	Si	Si	No
4. ¿Se incluye screening?	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
5. ¿Se debe hacer un scoping de los impactos ambientales?	Parcial	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
6. ¿Los informes de EIA cumplen con requisitos de contenido reglamentarios?	Parcial	Si	Parcial	Si	Si	No	Si	No
7. ¿Se deben revisar públicamente los informes de EIA?	No	Si	Parcial	Si	Si	No	Si	No
8. ¿Son incluyentes los resultados del informe de EIA en la toma de decisiones?	Parcial	No	No	Si	No	No	No	No
9. ¿Se debe hacer un control de los impactos de las acciones?	Parcial	No	No	Parcial	No	No	Si	No
10. ¿Se debe considerar la mitigación de impactos en las diversas etapas del proceso de EIA?	Parcial	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
11. ¿Debe haber consulta y participación antes y después del EIA?	Parcial	Si	Parcial	Si	Parcial	Parcial	Si	No
12. ¿Se debe controlar el sistema de EIA?	No	Si	No	Si	No	No	No	No
13. ¿Se aplica la EAE a planes y políticas?	Parcial	Si	No	Si	No	Si	Parcial	No

Fuente: * Wood, 2003. ** Wood y Coppel, 1999. *** Annandale, 20001

Continúa en la siguiente página

CRITERIOS DE EVALUACION	Colombia**	Chile**	Argentina**	Centro América**	Canadá*	España**	Alemania**
1. ¿Se basa el sistema de EIA en disposiciones legales claras y específicas?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2. ¿Se deben evaluar los impactos ambientales de todas las acciones significativas?	No	Si	Si	Parcial	Si	Si	Si
3. ¿Se exige presentación de alternativas?	Parcial	No	No	Si	Si	Si	No
4. ¿Se incluye screening?	No	Si	Si	Parcial	Si	Si	Si
5. ¿Se debe hacer un scoping de los impactos ambientales?	Parcial	Parcial	Parcial	Si	Si	Si	Si
6. ¿Los informes de EIA cumplen con requisitos de contenido reglamentarios?	Parcial	Si	Si	Si	Si	Si	Si
7. ¿Se deben revisar públicamente los informes de EIA?	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
8. ¿Son incluyentes los resultados del informe de EIA en la toma de decisiones	Parcial	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9. ¿Se debe hacer un control de los impactos de las acciones?	Parcial	Si	Si	Si	Si	Si	Si
10. ¿Se debe considerar la mitigación de impactos en las diversas etapas del proceso de EIA?	Parcial	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11. ¿Debe haber consulta y participación antes y después del EsIA?	Parcial	Si	Si	Si	Si	Si	Si
12. ¿Se debe controlar el sistema de EIA	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13. ¿Se aplica la EAE a planes y políticas?	Parcial	Si	Parcial	Si	Si	Si	Si

Fuente: ** Elaboración propia; * Wood, 2003

4. PROPUESTA DE MODIFICACION DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

La estratégica riqueza biológica y sociocultural de Colombia justifica el fortalecimiento de los sistemas de gestión que preserven el patrimonio ambiental y mejoren las condiciones de bienestar social. En este sentido la EIA podría contribuir a optimizar los procesos de producción de bienes y servicios, al prevenir y/o mitigar los impactos ambientales que potencialmente se pueden generar. A pesar del desarrollo de una amplia legislación en materia de EIA en Colombia, que data del año 1974, y perfeccionada en la década de los noventa con bases constitucionales y respaldo de tratados internacionales, el proceso de EIA Colombiano requiere de propuestas que garanticen la objetividad, el contexto y la eficiencia, con el fin de disminuir la degradación ambiental que afecta de manera desproporcionada la salud y la productividad del país (Banco Mundial, 2007).

En capítulos anteriores se ha analizado la EIA en Colombia desde un punto de vista crítico, constructivo, y comparativo en el contexto internacional, lo que ha permitido obtener unas primeras conclusiones sobre la situación real, además de orientar en una propuesta concreta que mejore el proceso de EIA en Colombia

La necesidad de una metodología genérica, que facilite la valoración de los impactos ambientales que las actividades o proyectos humanos pueden generar en el ambiente Colombiano, se relaciona con el estado crítico del ambiente en Colombia que se explicita en el Anexo1; también se justifica en los resultados de la evaluación del sistema para la EIA aplicado actualmente en el país, que ha mostrado una pobre eficiencia en su aplicación; finalmente es necesario cumplir con la legislación nacional e internacional, actualmente en vigor.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

4.1 BASES GENERALES DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL PROCESO DE EIA EN COLOMBIA

Teniendo en cuenta, por un lado, el estado del ambiente en las regiones naturales del país, los fundamentos teóricos y técnicos de la EIA, los tratados internacionales ratificados y la evolución jurídica de la EIA en Colombia, y por otro, las reflexiones derivadas de los análisis realizados en los capítulos anteriores, se propone una metodología genérica, para la EIA en Colombia. Para ello se ha tomado como base la metodología cualitativa, a la cual se le ha aplicado una serie de modificaciones dirigidas a tener en cuenta la realidad ambiental, social y económica del país; estas modificaciones se van a aplicar en el cálculo de la importancia, basándose para ello en:

- La existencia de recomendaciones recurrentes para disminuir la incertidumbre de las metodologías para la valoración de los impactos ambientales (Weston, 2004), debido a que la identificación y valoración de la importancia de los impactos se hace en un escenario de futuro, donde puede prevalecer la incertidumbre, las perspectivas, los juicios de valor y las opiniones de los gestores del proyecto, administración y público en general (Forlage, 1990).
- También se puede tener en cuenta en el cálculo del impacto global, indicadores o variables que interactúen en tiempo real con los factores ambientales y las acciones del proyecto y de los que se disponga de información cualitativa y cuantitativa confiable.
- La inclusión en la fase de valoración de las características de las actividades económicas que en su interacción con el medio generan los impactos (Nilsson - Grelsson, 1995). La consideración de las características de los factores ambientales requiere un método objetivo y menos sesgado, ya que el ambiente, y los componentes de manera particular, tendrán una predisposición natural y/o inducida a sufrir modificaciones relacionadas con la vulnerabilidad y la estabilidad del ecosistema (Goldsmith, 1983).

La metodología cualitativa o *crisp*²², derivada del método de matrices propuesto por Leopold et al (1971) y Dee et al (1973), ha sido validada de forma directa o con modificaciones (Canter y Sadler, 1997; Duarte et al, 1999; Duarte, 2000; Duarte y Requena, 2000b, 2003, 2007), y en España ha sido adaptada a la reglamentación de la EIA por Conesa (2003), Gómez Orea (2003) y Garmendia (2005). Las razones que han motivado la elección de esta metodología han sido:

²² Denominada así por Duarte y Requena (1999; 2000; 2003; 2007) y Blanco et al (2000), para diferenciarla de aquellas que incorporan análisis de conjuntos difusos.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

- Se aplica como metodología base en otras investigaciones como la de técnicas difusas en la EIA, método desarrollado por Duarte y Requena (2000, 2003, 2007) que ha demostrado de manera significativa la disminución de la incertidumbre que poseen las metodologías de EIA cualitativas y ha sido validada para países en desarrollo como Cuba (Duarte y Requena, 2007) y Colombia (Arboleda, 1998).
- Tiene una serie de ventajas relacionadas con la facilidad en el manejo de la técnica. Esta característica es ventajosa para Colombia, si se tiene en cuenta que cualquier profesional o tecnólogo está habilitado para la planeación y ejecución del EsIA.
- Ha sido utilizada en Colombia por organizaciones de reconocida trayectoria como Empresas Públicas de Medellín y por otros países del entorno de Colombia como Costa Rica, Argentina y Chile.
- Incluye en la valoración de los impactos, atributos recomendados por instituciones e investigaciones de reconocido prestigio internacional, como la Asociación Internacional para la EIA, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Barry Sadler y Larry Canter (Sadler, 1996; Canter y Sadler, 1997, UNEP, 2002; UICN, 2003).
- Permite incluir en el cálculo del impacto ambiental total, indicadores cuantificables que son esenciales para diseñar y ejecutar EIA eficientes al disminuir la subjetividad del cálculo de la importancia por métodos cualitativos (Thompson, 1990).
- Permite incluir en el cálculo de la Importancia y la Intensidad de los Impactos, las características de los factores ambientales y el tipo de actividad.

Una actividad impactante que se ubica en un ecosistema concreto, se refiere a una actividad genérica y se aplica en un proyecto concreto. Habitualmente, el cálculo de la importancia (Conesa, 1996) tiene en cuenta aspectos inherentes al proyecto concreto y solo de forma indirecta aspectos relativos a la actividad genérica y a la ubicación ecosistémica. Entonces, la metodología cualitativa puede modificarse para disminuir la incertidumbre²³ que existe en la determinación cualitativa de los impactos, mediante las siguientes estrategias: i) Incorporando el atributo Posibilidad de Ocurrencia (PO) en la ecuación para el cálculo de la Importancia del Impacto; ii) introduciendo en el cálculo de la Importancia de los Impactos, la

²³ El concepto de incertidumbre se utiliza de manera genérica para hacer referencia a las incertidumbres que existen en los procesos donde se hace inferencia, a la subjetividad propia del modo de pensar o sentir de quienes intervienen en los procesos de EIA, al sesgo debido a los intereses del solicitante de una LA que debe presentar un EsIA y a la vaguedad debido a la carencia de información o información de baja credibilidad.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Importancia de la vulnerabilidad de los factores Ambientales y iii) la Importancia del Impacto Ambiental Potencial de las actividades. Estas estrategias van dirigidas a la generación de efectos de compensación deseados en la aplicación del cálculo del impacto global (Duarte, 2000a; Cloquell *et al*, 2007).

En esta línea, se consideran tres aspectos fundamentales; por un lado, en la gestión y desarrollo del proyecto parece conveniente tener en cuenta, de forma importante, la Posibilidad de Ocurrencia de un Impacto en la valoración de la importancia; también parece necesario analizar la importancia relativa que las distintas actividades potencialmente impactantes tienen en sí mismas, sobre el entorno del país. Finalmente, es indispensable tener en cuenta la vulnerabilidad de las diferentes zonas o ecosistemas, de acuerdo con los factores ambientales considerados.

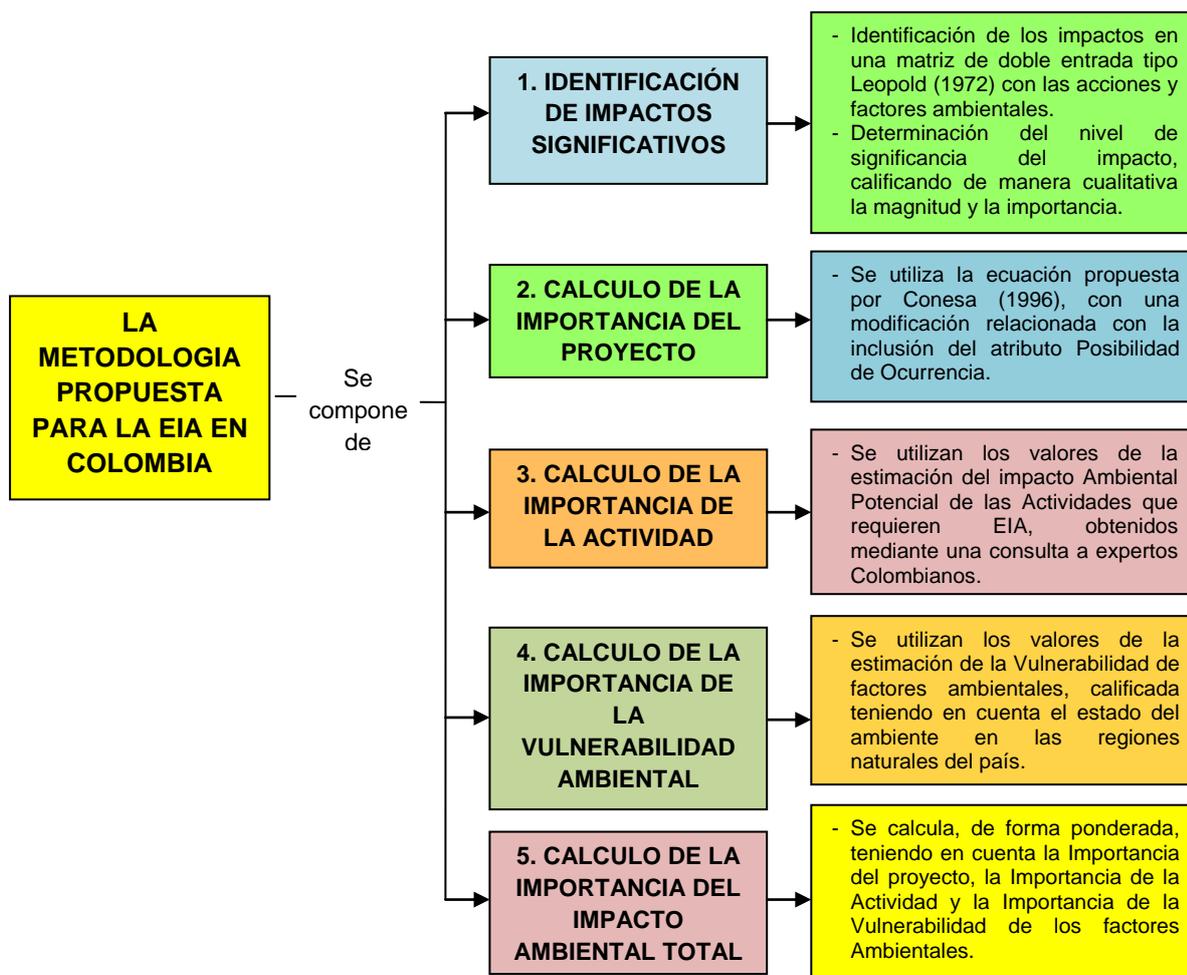
Estas modificaciones pueden ser consideradas también, según su influencia sobre la Intensidad de los impactos, y en consecuencia, sobre el impacto global del proyecto, pero este aspecto se tratará de abordar en el futuro. Por ahora, en esta memoria solo se va a analizar en referencia a la Importancia.

Por lo tanto, se proponen modificaciones para el análisis de la Importancia, con la finalidad de incorporar el atributo Posibilidad de Ocurrencia (PO), el Impacto Ambiental Potencial de la actividad y la Vulnerabilidad del ambiente, para lo cual será necesaria la modificación de la ecuación que permite el cálculo de la Importancia del Impacto Ambiental Total.

De acuerdo con lo indicado, y teniendo en cuenta que previamente es necesario la *Identificación de los impactos ambientales significativos*, y que tras la asignación de las unidades de importancia (UIP), hay que realizar el *Cálculo del Impacto ambiental Total*, se propone una metodología genérica para la EIA en Colombia, de acuerdo con el esquema presentado en la figura 21, donde se recogen las modificaciones propuestas, sobre la base ya conocida de la metodología cualitativa (ver figura 20).

En las próximas secciones se justifican y describen las modificaciones propuestas para el cálculo de la Importancia, y finalmente éstas se aplicarán a un ejemplo real, con la finalidad de hacer una valoración de los resultados obtenidos.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Esquema general de la metodología genérica para la EIA de Colombia

4.2 MODIFICACIÓN DE LA ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA DEL PROYECTO INCLUYENDO EN ATRIBUTO POSIBILIDAD DE OCURRENCIA

La Posibilidad de Ocurrencia (PO) es un atributo que se recomienda sea incluido en las metodologías para la valoración de los impactos ambientales, pero no se especifica la forma en la cual debe ser parte de las ecuaciones y los calculos (Sorensen,1972; Canter y Sadler, 1997; MOPU, 2000; UNEP, 2002; UICN, 2003; PNUD, 2005). La metodología crisp no la incluye como uno de sus atributos, y se exige sin guías metodológicas en la legislación Colombiana, en los términos de referencia de los proyectos de Construcción de vías férreas²⁴ y Caza Comercial²⁵ que requieren LA.

²⁴ Resolución del MAVDT, 1271 de 2006

²⁵ Resolución del MAVDT, 1292 de 2006

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

La PO es un componente fundamental del análisis del riesgo, categoría en la que se encuentran la EIA (PNUD, 2005) y se define como el criterio o atributo que expresa la posibilidad de aparición de un impacto, sobre todo de aquellas circunstancias no periódicas pero si de gravedad (Daniel, 1981; MOPU, 2000). Este criterio es definitivo, debido a que si un impacto tiene gran parte de los atributos con calificación alta, pero su posibilidad de ocurrencia es baja, el impacto tiende a no generarse en el desarrollo del proyecto y debe descartarse o calificarse como irrelevante.

El análisis de la PO está relacionado con las características del proyecto, especialmente con las acciones que se ejecutan para el desarrollo del proyecto; p.e., en la construcción de una carretera, en la etapa de adecuación del terreno, es necesario remover la capa vegetal del suelo, eliminar la cobertura vegetal e interferir el drenaje superficial y subterráneo, lo que hace que la Posibilidad de Ocurrencia de un impacto sobre la vegetación, la fauna y el suelo sea alta.

Igualmente es necesario tener en cuenta las características del medio, debido a que es posible que la resiliencia del entorno pueda mitigar el impacto o que el medio no posea los atributos necesarios para que éste se genere. Utilizando el ejemplo anterior, si la carretera se va a construir en un área urbana donde no exista vegetación natural, debido a que ya fue removida con anterioridad o donde el uso del suelo sea para urbanismo, la Posibilidad de Ocurrencia de un impacto sobre la vegetación y la fauna será baja.

La inclusión de la PO para el cálculo de la Importancia es por tanto pertinente, y su valor, ha sido elaborado de acuerdo con la literatura referenciada. La aportación a la ecuación para el cálculo de la Importancia del Impacto es claramente multiplicativo tal y como ha sido incluida en la ecuación 7. Se propone modificar la ecuación 4 del capítulo 1, y realizar el cálculo de la Importancia con la nueva ecuación 7, donde: **ImpPro**: Importancia del Proyecto; **I**: Intensidad; **EX**: Extensión; **MO**: Momento; **PE**: Persistencia; **RV**: Reversibilidad; **SI**: Sinergia; **AC**: Acumulación; **EF**: Efecto; **PR**: Periodicidad; **RB**: Recuperabilidad; **PO**: Posibilidad de Ocurrencia.

$$\text{ImpPro} = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) * PO \quad (7)$$

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Determinación de la Posibilidad de Ocurrencia

La asignación de valores al atributo PO en la forma en la que se incluye en la ecuación 7 no está determinada y es necesario proponer una metodología que permite realizar los cálculos de la Importancia del Impacto. Una estrategia sería tomar como referencia la metodología que utiliza la Norma Española UNE 150008:2008²⁶, relacionada con el Análisis y evaluación del riesgo medioambiental (AENOR, 2008; BOE, 2008) para estimar la probabilidad/frecuencia de que se produzca un determinado escenario; no obstante se han considerado necesario hacer modificaciones en las categorías contenidas en la citada norma con la finalidad de incluir la PO nula en el caso de eventos donde el impacto no se genera²⁷, la PO Segura²⁸ para eventos donde necesariamente el impacto se va a generar, y renombrar la PO altamente probable a bastante probable. En consecuencia ha sido necesario ajustar los valores de cada categoría para asignar calificación a la PO nula y la PO segura.

Teniendo en cuenta los valores establecidos en la Norma Española UNE 150008:2008, se le asigna una PO de 0,0 a un impacto que no tiene la posibilidad de generarse (**Impacto Nulo**); una PO de 0,1 a un impacto que puede generarse una vez en un periodo muy largo de tiempo p.e., cada 50 años (**Impacto Improbable**); una PO de 0,3, a un impacto que puede generarse una vez cada 10 años (**Impacto Posible**); la PO tomará valor 0,5, si un impacto puede generarse una vez cada 5 años (**Impacto Probable**); será de 0,7 si se puede generar una vez al año (**Impacto Bastante Probable**); 0,9 a un impacto que puede generarse una vez al mes (**Impacto Muy Probable**) y, finalmente, la PO será 1,0 si el impacto puede generarse de manera inmediata (**Impacto Seguro**). Los rangos de calificación y las modificaciones se presentan en la tabla 29.

4.2.2 Cálculo de la Importancia del Proyecto

El Cálculo de la Importancia del Proyecto (ImpPro) se hace en esta propuesta con la Ecuación 7 y los valores asignados a los atributos que se presentaron en las Tablas 14 y 15 del capítulo 1, pero incluyendo el atributo PO (Tabla 29).

²⁶ Esta norma entró en vigor en España, el 29/04/2009 y sustituyó la Norma Española Experimental UNE 150008 EX (BOE, 2008)

²⁷ Por ejemplo, cuando se construye una carretera en una zona urbana donde no existen hábitats de fauna la posibilidad de que se fragmente el hábitat es nula.

²⁸ Por ejemplo, cuando se perforan pozos petroleros la posibilidad de ocurrir impactos positivos en la generación de empleo es segura, por ser un proyecto que requiere obligatoriamente mano de obra.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 29. Valores sugeridos para la Posibilidad de Ocurrencia

RANGOS DE CALIFICACIÓN DE LA PO			
CALIFICACIÓN DE LA PO NORMA UNE 150008:2008	VALOR NORMA UNE 150008:2008	CALIFICACIÓN DE LA PO MODIFICADA	VALOR MODIFICADO
		<i>NULO</i>	<i>0,0</i>
IMPROBABLE	1	<i>IMPROBABLE</i>	<i>0,1</i>
POSIBLE	2	<i>POSIBLE</i>	<i>0,3</i>
PROBABLE	3	<i>PROBABLE</i>	<i>0,5</i>
ALTAMENTE PROBABLE	4	<i>BASTANTE PROBABLE</i>	<i>0,7</i>
MUY PROBABLE	5	<i>MUY PROBABLE</i>	<i>0,9</i>
		<i>SEGURA</i>	<i>1,0</i>

Fuente: Elaboración propia, con información de AENOR , 2008

4.3 CALCULO DE LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD

Aunque no se haya publicado un estudio que asocie de manera directa el deterioro ambiental que ha generado la disminución de actividades obligadas a EIA en Colombia, sí existe evidencia científica sobre la degradación ambiental que dichas actividades pueden generar. Actividades como la producción porcina que ocupa el tercer lugar de producción pecuaria en el país con aproximadamente 2.600.000 animales (DANE, 2007), producción de flores en la que Colombia es el segundo país de mayor exportaciones del mundo con ventas de € 530 millones en 2005 (Tenjo et al, 2005), manufactura de textiles, que logró exportar en 2008 € 1.500 millones (Nuñez, 2008), curtido de pieles y manufactura de papel que son catalogadas como actividades con alto potencial de impacto para las aguas superficiales y subterráneas (Lefebvrea O. et al; Santos T.; Toro J. et al. 2007), representan un riesgo significativo para la atmósfera, el agua, el suelo y el bienestar humano (Ki Youn Kim *et al*, 2007; Pellini y Morris, 2001; Song *et al*, 2005; MAVDT, 2002d, 2004, 2005), sin embargo no se incluyen en la lista de actividades sujetas al procedimiento de EIA en Colombia.

En consecuencia, se hace conveniente diseñar procesos de EIA que respondan a los compromisos firmados por Colombia en el concierto internacional, y a la tendencia global en

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

la EIA, de no utilizar listas taxativas de actividades sometidas al proceso de EIA. En su lugar se propone recurrir al procedimiento de “Screening” mediante el cual la administración, elabore de manera previa, un EsIA preliminar y decida si la actividad o proyecto requiere o no del proceso de EIA. Un ejemplo de esta tendencia en Sur América es la ley sobre EIA de la Provincia de Santa Cruz en Argentina, analizada en el capítulo anterior.

Para la metodología cualitativa, una mejora puede provenir de la inclusión en el cálculo de la Importancia Total del Impacto, de la Importancia de las actividades económicas que en su interacción con el medio generan los impactos (Nilsson, Ch. Grelsson G., 1995), teniendo en cuenta que cualquier estrategia que se use para valorar sus características debe necesariamente:

- Facilitar el cálculo de la Importancia de los impactos
- Usar criterios que garanticen la mínima subjetividad en la valoración de los impactos

Una estrategia para ello es calcular la ImpAct en si misma, independiente de un proyecto concreto, mediante el análisis de la interacción actividad-medio, que se refleja en un estado de susceptibilidad por la exposición asociada a un tipo de disturbio (Neil, 2006). A este respecto, existe un consenso de la necesidad de determinar la importancia relativa de todos los parámetros que intervienen en el proceso de valoración de los impactos; el problema técnico que surge es el cálculo correcto de las interacciones en un sistema de parámetros determinados (McLaren, 1986; VHB et al, 1990; Beinat et al, 1994).

En el caso de la ImpAct se puede recurrir al 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, biológico y humano (Capuz, et al, 2002; Gómez, 2003; McMichael A., 2003; UICN, 2003, Glasson J. et al, 2005). El análisis del IAP en temas relacionados con la gestión ambiental es actualmente utilizado en investigaciones, que tienen como objetivo valorar las características de las acciones humanas sobre el ambiente (UN-DSE, 1992; Arenas, 2008; Rowe et al, 2009). En otras palabras, el IAP corresponde a una categorización potencial en la que se puede ubicar una actuación productiva en función de una serie de factores, similares a los que recomienda el derogado Decreto 1753 de 1994 de Colombia para la clasificación de las actividades sometidas al proceso de EIA, que incluyen: el tamaño, la superficie que cubre y el tipo de proceso productivo que se realiza en el proyecto, obra, o actividad.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Las actividades agrupadas por afinidad, permiten organizar las divisiones, grupos y clases según su IAP y en función del Riesgo Ambiental²⁹ que equivale a clasificar las acciones de acuerdo a la posibilidad de contribuir a (Yin y Liu, 1995; UICN, 2003): el deterioro de la calidad del aire, la contaminación del suelo, el deterioro de la producción agropecuaria, el deterioro de la salud pública, la contaminación del agua superficial y subterránea y el deterioro de los patrones sociales y económicos de bienestar.

Una propuesta de clasificación general de los proyectos, obras o actividades por su IAP es la sugerida por la Comisión Económica de la ONU para América Latina y el Caribe (CEPAL, 1999), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza para la EIA de los países de Centro América (UICN, 2003) y adoptada por el sistema de EIA de la República de Costa Rica (Decreto: 30465-S de 2002; Decreto 31849 de 2004). Esta propuesta clasifica los valores de IAP en cuatro categorías, tal y como se recoge en la Tabla 30; se han agregado las siglas que se utilizaron en esta memoria, y que permiten hacer una lectura y comprensión más fácil de la calificación del IAP

Teniendo esta clasificación como base, se puede establecer un sistema de Cálculo de la Importancia de las actividades que requieren proceso de EIA en Colombia, en el cual se incluya el IAP del proyecto para cada uno de los factores ambientales que se recogen en la Tabla 31. De acuerdo a la división que hace Gen Li (1995) para el estudio de las funciones del ecosistema, esta división de ocho (8) factores ambientales son referenciales y para la propuesta de esta memoria se aumentaron a once³⁰ (11) con el fin de tener un mayor patrón de evaluación de los impactos sobre el ambiente, siendo consecuentes con la alta diversidad biológica y cultural del país.

El procedimiento seguido para el cálculo de la Importancia de las actividades que requieren EIA, a partir del IAP, incluye las fases indicadas a continuación, y que son definidas en los subpartados siguientes:

1. Determinación cualitativa de los IAP de las actividades que se someten al proceso de EIA.
2. Asignación de valores cuantitativos a las diferentes categorías cualitativas de los IAP.
3. Determinación del valor de Impacto de la Actividad (ImpAct).

²⁹ **Riesgo Ambiental:** Es la Posibilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado.

³⁰ El número de once factores para el cálculo del IAP, obedece exclusivamente a la disponibilidad de información que existe sobre los mismos en el país, actualmente el sistema de información ambiental se encuentra en construcción y tiene como objetivo aumentar la información sobre los factores ambientales de las regiones naturales.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 30. Valores de IAP para asignación de ponderación de actividades

CALIFICACIÓN IAP	SIGLA SUGERIDA POR LA CEPAL	SIGLAS MODIFICADAS
Impacto Ambiental Potencial Alto	A	IAP_A
Impacto Ambiental Potencial Moderado Alto	B ₁	IAP_{MA}
Impacto Ambiental Potencial Moderado Bajo	B ₂	IAP_{MB}
Impacto Ambiental Potencial Bajo	C	IAP_B

Fuente: CEPAL, 1999; Decreto 31849/2004 de la República de Costa Rica

Tabla 31. 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 agrologica del suelo*	AGS	Recursos Educativos*	RE
Cambio uso del suelo	CUS		

Fuente: Elaboración propia con información de Gen Li, 1995

* Factores complementarios no incluidos por Gen Li, 1995

4.3.1 Determinación cualitativa del IAP de las actividades que requieren del proceso de EIA

Para la generación de un sistema de cálculo de la Importancia de las actividades obligadas al proceso de EIA en Colombia, se recurrió a la consulta a expertos (metodología Delphi), ampliamente utilizada y validada en investigaciones a nivel mundial (Dalkey y

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Helmer , 1963; Thompson & Schaffer, 2002; Yu-Chun et al, 2007; Kamal y Bashar, 2008; Lee et al, 2008). Sobre el uso de técnicas de opinión de expertos en la EIA, Kontić (2000) denomina a la opinión de expertos, la columna vertebral de toda EIA; aunque reconoce la naturaleza subjetiva de gran parte de los resultados de los procesos de EIA, sostiene que la credibilidad de una EIA depende de la validez de las evaluaciones realizadas por estos expertos.

El método de consulta se ha utilizado en este trabajo de investigación para obtener las opiniones de una muestra de expertos en cada una de las actividades que requieren del proceso de EIA en Colombia para ello se ha elaborado un cuestionario (Tabla 32), sin necesidad de repetir el mismo o de confrontar las opiniones, debido a la especificidad de los temas. Cada experto fue anónimo a los otros, por lo tanto se redujo la posibilidad de influenciar las respuestas. Los Factores Ambientales calificados fueron generales, pudiéndose elaborar, para casos particulares, listados más detallados; esta generalidad corresponde a la intención de ilustrar la metodología propuesta y en ningún caso se pretende que los resultados concretos presentados aquí sean de uso general.

El grupo seleccionado para participar en la consulta estuvo formado por expertos en cada una de las actividades que requieren el proceso de EIA. El tamaño de la muestra ha sido de 20 profesionales cuyo perfil se ha considerado adecuado y suficiente para aplicar el método Delphi en otros estudios (Amara y Lipinski, 1972); concretamente todos los encuestados han sido profesores de la Universidad Nacional de Colombia con experiencia profesional, docente e investigadora mayor de 10 años, con formación de Maestría y/o Doctorado.

Los resultados de las encuestas han permitido estimar el IAP de las actividades que requieren del proceso de EIA, tal y como se recoge en la Tabla 33. Estos resultados no son definitivos, ni pretenden ser una herramienta para ser usada en todos los casos donde se requiera un EsIA; se trata de una ilustración de la forma en la que se puede generar el sistema de cálculo de la ImpAct y una lista de chequeo para la estimación que se debe hacer cuando se está desarrollando un EsIA en un contexto determinado en Colombia u otro lugar.

Tabla 32. Formulario utilizado para la consulta a expertos sobre el IAP de las actividades obligadas al proceso de EIA en Colombia

Nombre: _____

Institución y Cargo: _____

APRECIADO PROFESOR: Estamos desarrollando actualmente una investigación con el objetivo de proponer una “*METODOLOGIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA COLOMBIA*”, Participo como estudiante del Doctorado Área Tecnología Ambiental de la Universidad de Granada-España, nuestro propósito es desarrollar una metodología que se ajuste al contexto jurídico y ambiental del país y que pueda ser utilizada para la identificación y valoración de impactos de las actividades obligadas a Licencia Ambiental.

Una de las estrategias metodológicas, consiste en generar un sistema de ponderación para las Actividades o proyectos que requieren Identificación y Valoración de impactos, calificando el Impacto Ambiental Potencial (IAP), que corresponde al efecto positivo o negativo probable, que podría generar la implantación de un proyecto, obra, industria o actividad productiva sobre el medio físico, biológico y humano.

En otras palabras, el IAP corresponde a una categorización potencial, en la que se puede ubicar una actuación productiva en función de una serie de factores, que incluyen:

a) El tamaño. b) La superficie que cubre. c) El tipo de proceso productivo que se realiza en el proyecto, obra, industria o actividad, los cuales configuran la perturbación que interactúa con las características que posibilitan el equilibrio del ecosistema.

Con estas consideraciones, se pueden establecer dependiendo de su IAP, un sistema ponderador de las actividades, de acuerdo a los factores ambientales afectados. Analizando la interacción de los factores ambientales de la tabla (1), con el tipo de proyecto, se genera una clasificación detallada del tipo de impacto sobre estos, que se presenta en la tabla 1,

Tabla 1. Siglas para asignar Valores de IAP.

CALIFICACIÓN IAP PARCIAL	SIGLA
Impacto Ambiental Potencial Alto	IAP _A
Impacto Ambiental Potencial Moderado Alto	IAP _{MA}
Impacto Ambiental Potencial Moderado Bajo	IAP _{MB}
Impacto Ambiental Potencial Bajo	IAP _B

Fuente: Elaboración propia, con información de CEPAL, (1999)

Continúa en la siguiente página

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

De esta forma, teniendo en cuenta su experiencia y los aportes académicos de su trabajo profesional, Docente e Investigativo, le solicitamos calificar el **Impacto Ambiental Potencial (IAP) Negativo** de la(s) actividad(es) que se presenta(n) a continuación.

ACTIVIDAD			
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL		Tipo de IAP
Fauna	Hábitat	HF	
	Diversidad	DF	
Flora	Diversidad	DFL	
Aire	Calidad del aire	CA	
Suelo	Capacidad agrologica del suelo	AGS	
	Cambio uso del suelo	CUS	
Agua	Calidad agua superficial	CA	
Socio-Económico-Cultural	Seguridad Social (Salud, cambio cultural, Cambio en el consumo).	SS	
	Población (Migración, emigración).	PO	
	Empleo (Temporal, o fijo)	EMP	
	Recursos Educativos	RE	

Siglas que puede utilizar

Impacto Ambiental Potencial Alto	IAP _A	Agradeciendo su Atención y colaboración. JAVIER TORO CALDERÓN Doctorando E. Mail: jjtoroca@unal.edu.co Teléfono: (1) 3165000, Extensión 10558
Impacto Ambiental Potencial Moderado Alto	IAP _{MA}	
Impacto Ambiental Potencial Moderado Bajo	IAP _{MB}	
Impacto Ambiental Potencial Bajo	IAP _B	

Fuente: Elaboración Propia

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 33. Asignación de valores cualitativos del IAP para las actividades que requieren del proceso de EIA en Colombia

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Introducción de especies, o variedades de animales silvestres exógenas.	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Caza y establecimiento de Zoocriaderos	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B
Extracción y aglomeración de hulla	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B
Extracción-aglomeración de carbón lignítico.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B						
Extracción de petróleo crudo y de gas natural.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B
Actividades relacionadas con la extracción de petróleo y gas.	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B
Extracción de minerales de uranio y de torio.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B						
Extracción de hierro	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}
Extracción de metales preciosos	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}						

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Extracción de minerales de níquel	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}
Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos, excepto níquel.	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}
Perforación exploratoria de Hidrocarburos	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Extracción de piedra, arena y arcillas comunes.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Extracción de yeso y anhidrita.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Extracción de arenas y gravas silíceas.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Extracción de caliza y dolomita.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Fabricación productos de refinación del Petróleo, elaborados en refinera.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B
Elaboración de combustible nuclear.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}				

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Fabricación de sustancias químicas básicas.	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}					
Fabricación de plaguicidas y químicos de uso agropecuario.	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}
Fabricación de otros productos químicos ncp.	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}					
Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.	IAP _A	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MB}
Tendido de líneas para la transmisión de energía eléctrica.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B
Exploración y uso de energía alternativa.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B						
Operación distritos de riego.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B						
Proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra.	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Construcción de centrales de generación de energía eléctrica.	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}				
Construcción y ampliación de puertos marítimos de gran calado.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Construcción de aeropuertos Internacionales y nuevas pistas.	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Construcción de Carreteras.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B
Construcción de nuevas calzadas.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B
Construcción de segundas calzadas.	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _B
Construcción de túneles.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B				
Construcción de puertos.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B

Continua en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Construcción de vías férreas.	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _{MA}	IAP _{MA}							
Construcción de Distritos de riego y/o drenaje.	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Construcción de presas, represas y embalses.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}								
Construcción Espolones.	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _B				
Construcción rompeolas.	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _B				
Construcción Tajamares	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _B				
Construcciones Canales.	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B
Construcción Rellenos hidráulicos.	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _B	IAP _A	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MB}
Construcción playas artificiales y dunas.	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _B				
Construcción obras de estabilización de playas y entradas costeras.	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _B				

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Construcción de rellenos sanitarios.	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _B
Construcción Sistemas de tratamiento de agua residual.	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Transporte por tuberías (Transporte y conducción de hidrocarburos líquidos y gaseosos).	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Operación de puertos marítimos de gran calado	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Dragados para profundización de canales navegables	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Operación de aeropuertos	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Terminales de entrega y estaciones de transferencia de hidrocarburos líquidos.	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.	IAP _B	IAP _B	IAP _B	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DESCRIPCION ACTIVIDAD	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
Operación de Instalaciones para el almacenamiento, tratamiento, y/o disposición de residuos peligrosos.	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MB}	IAP _{MB}	IAP _B
Operación de rellenos sanitarios.	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _A	IAP _A	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _A	IAP _B	IAP _B
Almacenamiento sustancias peligrosas.	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Cierre de humedales activos	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B
Proyectos que afecten al sistema nacional de parques nacionales.	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MB}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _{MA}	IAP _B	IAP _B	IAP _B

Fuente: Elaboración Propia.

Factores Ambientales: HF: Hábitat de fauna; DF: Diversidad de Fauna; DFL: Diversidad de Flora; CA: Calidad del Aire; AGS: Capacidad Agrologica del Suelo; CUS: Cambio Uso del Suelo; CaS: Calidad Agua Superficial; SS: Seguridad Social; PO: Población; EMP: Empleo; RE: Recursos Educativos

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

4.3.2 Valores Cuantitativos derivados del IAP para Calcular la Importancia de la Actividad (ImpAct)

Una vez determinada la valoración cualitativa que proporciona la estimación del IAP de la actividad, es necesario proceder a su transformación en valores cuantitativos. Para ello se ha aplicado 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.

Para ello, y después de analizar la importancia relativa de cada categoría de IAP, se han asignado los valores cuantitativos dando un grado de importancia de cinco (5) al IAP_A y cuatro (4) al IAP_{MA} , por la mayor trascendencia que estas categorías representan para el cálculo de la Importancia de la Actividad; las categorías de IAP_{MB} e IAP_B recibieron respectivamente dos (2) y uno (1) por ser menos determinantes en la calificación. Cada factor se comparó con cada uno de los demás, de manera consistente con el grado de importancia del IAP, obteniendo los valores de la segunda columna de la Tabla 34. Dean y Nishry (1965), Dee et al. (1972) y Canter (2000) utilizaron esta técnica para asignar categorías y ponderar factores ambientales.

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 crisp, 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 34.

Tabla 34. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de las actividades

VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IAP	VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IAP	VALOR DE LA ImpAct
IAP_A	5	100
IAP_{MA}	4	80
IAP_{MB}	2	40
IAP_B	1	20

Fuente: Elaboración propia

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

4.3.3 Cálculo de la importancia de la actividad (ImpAct) a partir del impacto ambiental potencial para una actividad en particular

El cálculo de la ImpAct a partir del IAP para una actividad en particular, tiene como fin incorporar en la EIA la Importancia relativa que dicha actividad tiene en el Impacto Total, sin importar el proyecto concreto. De esta manera es posible captar la especificidad de los impactos de una actividad como la exploración petrolera, la operación de un vertedero o la construcción de una vía primaria o secundaria.

Para el cálculo de la ImpAct se tiene en cuenta el IAP de la actividad sobre cada uno de los factores ambientales (Tabla 33) y los valores cuantitativos de cada uno de ellos, calculados como se muestra en el apartado anterior y la Tabla 34. Como ejemplo se calcula el IAP para la actividad Operación de Rellenos Sanitarios en la Tabla 35, procedimiento que debe ser similar para el cálculo de la ImpAct de cualquier otra actividad.

Tabla 35. Calculo de la ImpAct para la Actividad operación de rellenos sanitarios

FACTOR	VALOR CUALITATIVO IAP	VALOR CUANTITATIVO IAP	ImpAct
Hábitat de fauna	IAP_{MA}	4	80
Diversidad de Fauna	IAP_{MA}	4	80
Diversidad de Flora	IAP_{MA}	4	80
Capacidad Agrologica del Suelo	IAP_A	5	100
Calidad del Aire	IAP_A	5	100
Cambio Uso del Suelo	IAP_A	5	100
Calidad Agua Superficial	IAP_{MA}	4	80
Seguridad Social	IAP_{MA}	4	80
Población	IAP_A	5	100
Empleo	IAP_B	1	20
Educación	IAP_B	1	20

Fuente: Elaboración propia.

4.4 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA DE LA VULNERABILIDAD DEL AMBIENTE

Los impactos ambientales son finalmente la concreción de un riesgo, una realización de determinados niveles de riesgo en el que la acción humana sirve de detonador. La cuantificación de los impactos ambientales debe hacerse en un entorno de valoración del riesgo, entendido como la existencia de una condición objetiva latente que: i) presagia o anuncia daños probables y pérdidas futuras y ii) anuncia la Posibilidad de Ocurrencia de un evento negativo (PNUD, 2005). Pero además, el riesgo deriva de la relación dinámica entre las amenazas físicas, que son para el caso de los EsIA las acciones humanas y la vulnerabilidad de los factores ambientales.

Bradley y Smith (2004) señalan que la vulnerabilidad tiene varios elementos en su definición, pero en general es representada simplemente por la posibilidad de que futuras condiciones cambien en una dirección negativa. En la literatura ecológica la vulnerabilidad refleja el grado de sensibilidad de los hábitats, las comunidades y especies a los cambios ambientales (Nilsson y Grelsson, 1995). En hidrogeología la vulnerabilidad expresa cómo los recursos de las aguas subterráneas serán contaminados por las actividades humanas (Skinner y Foster, 1995). En el análisis visual del paisaje la vulnerabilidad se define como la inversa de la capacidad de absorción de impacto (De Villotta et al., 2001).

A pesar de que diferentes disciplinas se refieren a la vulnerabilidad de diversas maneras, el concepto general expresa cómo el ambiente natural y cultural pueden responder a eventos externos, también informa sobre los impactos ambientales potenciales, todo ello con el fin de que los proyectos, obras o actividades puedan desarrollarse de forma que generen el menor número de impactos ambientales negativos posibles, además de construir un sistema de referencia para el diseño y ejecución de acciones técnicas y culturales de los planes de manejo ambiental o acciones correctoras

El concepto de vulnerabilidad no depende de las evaluaciones de valor donde la subjetividad y el sesgo pueden hacer cambiar el peso de un factor ambiental. El concepto de vulnerabilidad puede ser fácilmente utilizado en disciplinas con poca o ninguna tradición de análisis de vulnerabilidad como en los procesos de EIA (Jen Kværner et al, 2006).

La Vulnerabilidad como factor de análisis en los procesos de EIA, es recomendada actualmente por su utilidad para determinar de manera más objetiva y con menor sesgo los impactos ambientales de las acciones humanas sobre el medio (Kærner et al, 2006; Wang et al, 2008) y porque en los procesos de EIA se han identificado grados considerables de

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

subjetividad e impactos ambientales valorados por debajo de su estimación real (Aars, 1998; Weston, 2004). Kværner et al (2006) encontraron que la inclusión de la vulnerabilidad es uno de los principales factores que pueden identificar consecuencias ambientales de los proyectos y que las metodologías para la valoración de los impactos, que incluyen la vulnerabilidad, tienen por lo general menos subjetividad que aquellas que no la incluyen (Frey, 1997; Dupagne y Teller, 2002; Navrud y Ready, 2002).

El Cálculo de la ImpVul puede verse afectado por la incertidumbre del método cualitativo, consecuencia de las valoraciones que dependen en su mayoría del juicio humano, y por lo tanto están influenciadas por los intereses, la ideología y el sesgo (Yin y Liu, 1995). Esto es más preocupante, sobre todo si se tiene en cuenta, que la complejidad dinámica del ambiente dificulta hacer cálculos relacionados con los factores ambientales mediante métodos empíricos (Wathern y Young, 1986). Esta dificultad es la responsable, entre otras razones, de la utilización de métodos de valoración de baja idoneidad, lo que en Colombia es significativo debido a la falta de una metodología oficial para el proceso de los EslA y la poca información detallada que existe sobre las características y el estado del ambiente.

Los factores ambientales son tenidos en cuenta en el método cualitativo para la asignación de UIP, la identificación de los factores que mayormente son impactados y las actividades de mayor impacto. Sin embargo, las características del estado de los factores en un área determinada, aportan también información valiosa que es necesario incluir en el cálculo de la Importancia Total de los Impactos, lo que permitirá que la importancia refleje la interacción del ambiente y el potencial de generarse impactos. La inclusión del estado de los factores permite disminuir, en parte, las incertidumbres del método cualitativo en el cálculo de la Importancia Total de los Impactos.

El Cálculo de la ImpVul requiere por tanto un método más objetivo y menos sesgado³¹ teniendo en cuenta que el ambiente, y sus componentes de manera particular, tendrán una predisposición natural y/o inducida a sufrir modificaciones que se relacionan con la vulnerabilidad, la estabilidad del ecosistema (Goldsmith, 1983) y la persistencia, resiliencia y resistencia³² del medio ante disturbios. Estas características, de acuerdo a gran

³¹ El sesgo en los EslA es el resultado del interés que puede tener el proponente del proyecto de presentar la menor cantidad de impactos significativos para ahorrar recursos en los planes de manejo o acciones correctoras y que su proyecto sea aprobado en el menor tiempo posible.

³² i) Persistencia: Tiempo que demora una variable ambiental para que cambie de valor (Pimm, 1991).
ii) Resiliencia: velocidad con la cual un ecosistema vuelve a su equilibrio después de un cambio (Westman, 1991; Camperter et al, 2003), la Resiliencia o recuperabilidad es una medida de la

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

parte de la comunidad científica, son imposibles de reducir a simples medidas, entre otras razones, por ser procesos dinámicos en continuo flujo, depender su medida de diferentes escalas (temporal, espacial, taxonómica etc.) y no ser medidas que se apliquen de manera homogénea a todos los componentes (Orians, 1975; Chelsson y Huntly, 1989; Rachel, 1990; O'Brien et al, 2005). En consecuencia se sugiere calcular la ImpVul, a partir de información cuantitativa, en lugar del juicio humano. Para ello, la ImpVul podría calcularse de manera similar a la forma en la que se asignan las Unidades de Importancia (UIP) en la ponderación de los factores ambientales. Las UIP se establecen de manera automática por el grupo que elabora el EsIA, mediante consulta a expertos o con información de listas preestablecidas como la del método Battelle- Columbus (Dee et al, 1973).

Sin embargo, esta forma de ponderar tiene el riesgo de generar sesgos optimistas sobre la importancia de los factores o valoraciones subjetivas, siendo preocupante para el caso de los procesos de EIA en Colombia, donde no existen plenas garantías sobre la idoneidad de quienes participan en los EsIA, ni referentes metodológicos oficiales para la valoración de los impactos. Ante estas dificultades, el cálculo de la ImpVul puede hacerse teniendo como base el Enfoque Ecosistémico (EES), que comprende varios principios estratégicos relacionados con los procesos de EIA orientados al establecimiento de prácticas de manejo sostenible, al desarrollo de modelos predictivos ante diferentes niveles de presión y a la construcción y validación de escenarios futuros (IDEAM, 2004; Andrade, 2004). El EES es una estrategia proactiva para el manejo integrado de la tierra, el agua y los recursos y el uso sostenible del ambiente; pone a la gente y sus prácticas de manejo en el centro de la toma de decisiones y comprende un conjunto de métodos que examinan la estructura y la función de los ecosistemas y la forma en que éstos responden a la acción del hombre (Ndubisi, 2002).

Dentro de los principios fundamentales del EES está el reconocimiento de la estructura y función de los ecosistemas y su relación directa con los bienes y servicios que éstos suministran a las comunidades locales y a la sociedad en general dentro de un contexto económico (Andrade, 2004). Desde el enfoque ecosistémico, la importancia de un recurso, además de las características ecológicas del área de influencia del proyecto, tiene en cuenta las funciones que cumple o que la sociedad le otorga y los bienes y servicios que

capacidad del sistema para reorganizarse por sí mismo cuando está bajo tensión. Estableciendo itinerarios alternativos de flujos de energía que le permitan mantener su viabilidad después de la alteración (Cooper y Zedler, 1980). iii) Resistencia: Mide el grado de las consecuencias, cuando una variable ambiental cambia permanentemente, (Pimm, 1991).

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

provee (Tablas 36, 37) y sobre las cuales existe un gran consenso científico (Helliwell, 1969; Wathern y Young, 1986; UNDP, 2000; IDEAM, 2004); dentro de las funciones del ecosistema, se contemplan servicios ecológicos como el suministro de hábitats a especies de alto valor para la conservación, procesos ecológicos esenciales como el suministro de agua, la regulación hidrológica, la conservación de suelos, la recreación y valores culturales, entre muchos otros (Andrade, 2004).

Latinoamérica se constituye en un área clave para la aplicación del EES, por ser una región muy diversa desde el punto de vista físico, biótico y cultural, con un alto valor para la conservación. El EES reconoce que los ecosistemas naturales y transformados son sistemas complejos cuyo funcionamiento y capacidad de respuesta hacia perturbaciones y cambios (resiliencia) dependen de las relaciones dinámicas entre el ambiente y la cultura. Más concretamente, el EES dio las bases conceptuales para la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, generando conceptos de sostenibilidad, gobernabilidad, manejo y monitoreo (UNEP, 2005); y además el Convenio sobre la Diversidad Biológica, ratificado por Colombia, acogió el EES como la estrategia de mayor pertinencia para promover la conservación y uso sostenible del ambiente. Esta estrategia se fundamenta en la utilización de metodologías científicas enfocadas a los distintos niveles de organización y planificación reconociendo la diversidad cultural de los pueblos como parte integral de los ecosistemas (ONU, 1992b; Fandiño y Palacios, 2006). Para Colombia, específicamente, el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) recomienda la incorporación de la Vulnerabilidad de los factores ambientales en el proceso de EIA; para ello propone una metodología que proporcione jerarquización de áreas de acuerdo a necesidades de conservación y susceptibilidad al proyecto. Esta herramienta sería insumo clave para identificar la necesidad de realizar análisis y/o diagnósticos de alternativas, facilitar la identificación y valoración de impactos y la generación de conceptos técnicos, redundando en la solidez del proceso de toma de decisiones. El CBD recomienda también que sea construida de acuerdo al servicio ecosistémico proveído (CBD, 2006).

En consecuencia, el cálculo de la ImpVul puede tener en cuenta el EES, fundamentándose en que la actividad humana genera vulnerabilidad, aumentando la posibilidad de generarse impactos (Erias y Alvares-campana, 2007). Por tanto un factor ambiental será más vulnerable en la medida que haya perdido función ecosistema o resiliencia, pues la capacidad de respuesta ante cambios introducidos por las actividades humanas será menor, debido a los daños sufridos en la estructura y función del sistema biofísico y socio cultural.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 36. Funciones del ecosistema

TIPO DE FUNCION	SUBFUNCION RELACIONADA
A. PRODUCCION	A1. Agricultura
	A.2 Forestería
	A.3 Acuicultura
B. SOPORTE PARA SISTEMAS HUMANOS	B1. Economía
	B2. Disposición residuos
	B3. Defensa áreas costeras
	B4. Recreación
C. FUNCIONES DE INFORMACIÓN	C1. Investigación
	C2. Educación
	C3. Indicador Ambiental
D. FUNCIONES DE PURIFICACIÓN	D1. Purificación del agua
	D2. Filtración de polvo
	D3. Reducción de ruido
E. FUNCIONES DE ESTABILIZACIÓN	E1. Regulación del agua
	E2. Conservación del suelo
	E3. Equilibrio ecológico

Fuente: Elaboración propia con información de Wathern & Young, 1986

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 37. Bienes y servicios que proveen los ecosistema

TIPO ECOSISTEMA	BIENES	SERVICIOS
AGRICOLA	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentos. - Fibras. - Recursos genéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de las funciones de las cuencas hidrográficas (infiltración, control fluidos). - Protección parcial del suelo - Hábitat para aves, polinizadores, organismos del suelo de importancia para la agricultura. - Generación de Materia orgánica. - Fijación de Carbono atmosférico.
FORESTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Madera. - Combustible de leña. - Agua para consumo humano e irrigación. - Forraje. - Productos no maderables (Lianas, bambú, hojas). - Alimentos (Miel, hongos, frutas, plantas comestibles, carne de caza). - Recursos genéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remoción de contaminantes atmosféricos. - Emisión de oxígeno. - Ciclar nutrientes. - Mantenimiento de las funciones de la cuenca hidrográfica (Infiltración, purificación, control escorrentía, estabilización de suelos). - Mantenimiento de la biodiversidad. - Fijar Carbono atmosférico. - Moderar impactos de la temperatura extrema. - Generar suelo. - Proveer empleo. - Hábitat humano y a la fauna silvestre. - Contribuir a la estética del paisaje. - Recreación.
HIDRICO	<ul style="list-style-type: none"> - Agua para consumo humano e irrigación. - Peces. - Hidroeléctricas. - Recursos genéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amortiguación del flujo de agua (control del flujo y volumen). - Dilución y transporte de desechos. - Ciclar nutrientes. - Hábitat acuático. - Vías de transporte. - Proveer empleo. - Estética. - Esparcimiento.

Continua en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

TIPO ECOSISTEMA	BIENES	SERVICIOS
SABANAS	<ul style="list-style-type: none"> - Ganadería (Alimento, fibras). - Agua consumo humano e irrigación. - Recursos genéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de las funciones de la cuenca hidrográfica (Infiltración, purificación, control flujo, estabilidad de suelo). - Ciclar nutrientes. - Mantener biodiversidad. - Generación de suelo. - Fijación de Carbono atmosférico. - Hábitat humano y fauna. - Generación de empleo. - Contribuir a la estética del paisaje.
COSTERO	<ul style="list-style-type: none"> - Peces y Mariscos. - Carne de peces para alimento animal. - Algas marinas (Alimento, industria). - Sal. - Recurso genético. 	<ul style="list-style-type: none"> - Moderar los impactos de las tormentas (manglares, islas de barrera). - Hábitat vida silvestre marina y terrestre. - Mantener biodiversidad. - Diluir y procesar desechos. - Proveer puertos y rutas de transporte. - Generar empleo. - Contribuir a la estética del paisaje. - Recreación.

Fuente: UNDP, 2000

El cálculo de la ImpVul puede hacerse teniendo en cuenta la vulnerabilidad, sin necesidad de recurrir a métodos menos objetivos o en los cuales el sesgo puede influir. Para ello se requiere, en el caso de los procesos de EIA en Colombia, modificar los términos de referencia para la elaboración de la línea base de los EsIA, exigiendo información cuantitativa y/o indicadores que permitan la calificación de acuerdo al grado de pérdida de función de los factores ambientales. La estrategia para calcular la ImpVul que se propone en esta memoria, donde la vulnerabilidad es directamente proporcional a la pérdida de función ecosistémica, es coincidente con el reciente trabajo de Wang et al (2008) para evaluar la Vulnerabilidad ambiental del Rio Amarillo en China (Tabla 38) y con la generación de indicadores ambientales del sistema español (MMA, 1999).

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 38. Clasificación de la Vulnerabilidad Eco-Ambiental para el diagnostico de la cuenca del Río Amarillo (China)

NIVEL DE VULNERABILIDAD	CARACTERISTICA
I. POTENCIAL	Ecosistema estable con alta capacidad de amortiguamiento, suelo rico en nutrientes, agua y temperatura optima y una buena cobertura vegetal
II. ESCASO	Ecosistemas relativamente estables, con alta capacidad de amortiguamiento, suelo rico en nutrientes, agua y temperatura optima, y relativamente una buena cobertura vegetal.
III. LEVE	Ecosistemas relativamente estables, con relativa alta capacidad de amortiguamiento, suelo pobre en nutrientes y baja capacidad de amortiguamiento
IV. MEDIO	Ecosistemas relativamente inestables, con baja capacidad de amortiguamiento, mala calidad del suelo y escasa cobertura vegetal.
V. FUERTE	Ecosistema inestable, con baja capacidad de amortiguamiento, suelo deteriorado y baja capacidad de amortiguamiento
VI. MUY FUERTE	Ecosistema con baja capacidad de amortiguamiento, severa pérdida de agua y suelo.

Fuente, Modificado de Wang, et al, 2008

De esta forma, si conocemos el estado del ambiente Colombiano, se pueden construir a manera de ilustración con la información disponible, un sistema que permita calcular la ImpVul mediante el análisis de la vulnerabilidad ambiental. Este sistema no pretende constituirse en una herramienta genérica que pueda ser usada en todos los EsIA del país, sino dar un ejemplo que sirva para mostrar el alcance de la metodología; por ello se recomienda que las vulnerabilidades sean calculadas teniendo en cuenta las características propias del área donde se pretende realizar el proyecto, la obra o la actividad. No obstante si la información detallada disponible es precaria³³, se puede hacer uso del sistema general de ImpVul que está diseñado con información real y con indicadores ambientales de seguimiento recomendados para Colombia por el MAVDT, el DANE y el PNUMA (2007), dentro de la iniciativa latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible. Estos sistemas son temporales y sus calificaciones pueden cambiar de un periodo a otro en relación al mejoramiento o deterioro del ambiente, debido a que los indicadores que se pueden utilizar son variados. Por ello se recomienda fortalecer el sistema

³³ La propuesta que se presenta está diseñada con la información actualmente disponible en Colombia, la información ambiental detallada está actualmente en construcción, siendo una prioridad de la administración que orienta su gestión en lo que ha denominado el sistema de información ambiental (SIAC).

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

estatal de indicadores ambientales colombiano (SIAC) para contar con información confiable.

En Colombia se pueden utilizar, al menos, los resultados de las investigaciones sobre el Estado del ambiente Colombiano del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2001, 2002, 2004, 2007), Estado de la Biodiversidad de Flora y Fauna del Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 2008); Indicadores Socio Demográficos del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2006); Conflicto de Uso del Suelo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Corporación de Investigación Agropecuaria (IGAC-CORPOICA, 2002); Estado de los Recursos Naturales y el Ambiente de la Contraloría General de la República (CGR, 2005, 2006, 2008) y el Estado del Manejo de las Aguas Residuales de la Superintendencia de Servicio Públicos Domiciliarios (SSPD, 2008), para analizar la vulnerabilidad y la pérdida de función de los factores ambientales y asignar así los valores.

El procedimiento seguido para el cálculo de la ImpVul de los Factores Ambientales, incluye las fases indicadas a continuación, y que son definidas en los subapartados siguientes:

1. Determinación cualitativa, mediante consulta de información secundaria proveniente de investigaciones oficiales sobre el estado del Ambiente en Colombia, la Vulnerabilidad de los factores Ambientales, a escala Departamental o la que se encuentre disponible con mayor detalle.
2. Asignación de valores cuantitativos a las diferentes categorías de vulnerabilidad cualitativa.
3. Determinación del valor de la **Importancia de la Vulnerabilidad (ImpVul)**

4.4.1 Determinación cualitativa de la Importancia de la vulnerabilidad de los factores ambientales

Para la determinación cualitativa de la vulnerabilidad de los factores ambientales, fue necesaria la generación de una serie de indicadores de estado de los factores ambientales del país que no estaban construidos, utilizando información sobre la situación de los recursos naturales en las regiones naturales y la calidad de vida de la población Colombiana. Posteriormente se construyeron una serie de mapas para ser utilizados en la investigación, utilizando el software "ArcGIS 6.2". En los mapas se muestran las vulnerabilidades de cada uno de los factores ambientales de los departamentos de

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Colombia. El desarrollo de los indicadores y los mapas fue necesario para asignar la vulnerabilidad de los factores ambientales dependiendo de la ubicación del proyecto.

La estimación general de la Vulnerabilidad del ambiente en Colombia, para ser usada en los procesos de EIA, surge como respuesta y aporte de esta investigación a la actual preocupación por revertir o controlar los procesos de deterioro ambiental y la necesidad de establecer sistemas de mediciones sobre la calidad, integridad y pérdida de función de los ecosistemas (Hunsaker y Carpenter 1990, Olsen 1992, PNUMA/ BM, 2004). La finalidad de estos indicadores es proveer información de manera oportuna, pertinente, completa y confiable que se traduzca en investigación detallada, planeación, formulación de políticas y toma de decisiones más objetivas y menos sesgadas (Chaves y Santamaría 2006, Tegler *et al.* 2001).

Por ese motivo, la estimación general de la Vulnerabilidad del ambiente en Colombia se constituye en la primera aproximación al estudio de la vulnerabilidad regional de indicadores ambientales y su integración a los procesos de EIA, propuesta que siguen otras instituciones como el IAvH en su investigación sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia (IAvH, 2008) y el MAVDT-DANE-PNUMA en la propuesta de construcción de indicadores de Seguimiento Ambiental para América Latina y el Caribe (MAVDT-DANE-PNUMA, 2007).

El análisis que se propone para asignar la Vulnerabilidad, es un ejemplo del uso de la metodología propuesta, y no pretende ser una herramienta para uso general en Colombia. Para casos particulares donde se requiera mayor detalle, exista información disponible o sea viable el levantamiento de información primaria detallada, se recomienda estimar la vulnerabilidad teniendo en cuenta el contexto local y utilizar indicadores confiables.

Por ser una metodología en construcción, el número de factores ambientales (Tabla 31) que se analizan es moderado y corresponde a la información disponible en Colombia, pero integra todos los sistemas, situación que tiende a mejorar gracias al fortalecimiento del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), que el IDEAM y el MAVDT están gestionando.

Por tratarse de un procedimiento complejo y que requiere de una extensión considerable de esta memoria, se recoge de manera detallada en el anexo 2 la metodología, así como los mapas resultantes para los diferentes Departamentos y Regiones colombianas.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

A manera de ejemplo se recoge la determinación de manera cualitativa, de la vulnerabilidad del factor ambiental atmósfera.

Determinación cualitativa de la Vulnerabilidad del aire en Colombia

La estimación de la Vulnerabilidad del aire o la atmósfera en Colombia, se hizo teniendo en cuenta los resultados de la Investigación sobre la calidad del aire en Colombia del IDEAM para 2004 y 2007 (IDEAM, 2004; 2007).

La Vulnerabilidad de la atmosfera propuesta se obtiene teniendo en cuenta el Índice de la calidad del Aire (ICA). Colombia en estos momentos no cuenta con un índice de calidad del aire que cubra todas las regiones del país; las únicas ciudades que cuentan con uno son Bogotá, Bucaramanga y el Área Metropolitana del Valle de Aburra. En muchos países la determinación de este índice está basado en el índice de calidad del aire establecido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), aunque hay otros como Chile, México, Francia y España, que cuentan con sus propios ICA y evalúan contaminantes críticos según sus necesidades; por ejemplo, en Chile se evalúan Partículas menores a 10 micras (PM_{10}), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Dióxido de Azufre (SO_2) y Ozono (O_3); en México, al igual que en Estados Unidos, se evalúan 6 contaminantes, sin embargo, la EPA no contempla los mismos contaminantes ya que México incluye las Partículas Suspendidas Totales (PST); Francia únicamente evalúa PM_{10} , O_3 , SO_2 y NO_2 . Resultados de investigaciones recientes realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) demuestran que las PST no tienen efectos representativos a la salud por periodos de exposición largos o cortos, por este motivo se recomienda incluir PM_{10} y Partículas menores a 2,5 micras ($PM_{2.5}$) debido a que éstos sí causan efectos negativos a la salud.

Para el caso de Colombia, y teniendo en cuenta los contaminantes que son monitoreados, las características de los combustibles que se distribuyen y los equipos que actualmente se encuentran en las redes del país, se ha considerado que deberán incluirse los contaminantes siguientes SO_2 , NO_2 , CO, PM_{10} , O_3 ; esta consideración se hace sin perjuicio de que en zonas donde se presenten concentraciones de otros contaminantes, puedan ser admitidos en el cálculo del ICA como valores de referencia los niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire exigidos por la Resolución 601 de 2006.

En cuanto a la determinación del ICA y los rangos para asignar la Vulnerabilidad del aire en Colombia, se adoptó la metodología recomendada por el ayuntamiento de Madrid, por cumplir con la reglamentación de la UE y ser de fácil manejo (Ayuntamiento de Madrid,

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

2008); esta metodología es acorde a la Ley 34 del 2007 del 15 de Noviembre sobre Calidad del Aire y Protección de la Atmosfera de España (BOE, nº 275 de 2007). Para cada uno de los contaminantes escogidos, se establece un índice parcial, de forma que el peor valor de los cinco definirá el índice global y, por lo tanto, la calidad del aire; finalmente la calidad del aire, vendrá definida por el peor de los índices parciales de cada uno de los contaminantes que se conoce como índice global de calidad del aire. Cuanto mayor sea el índice, peor será la calidad del aire. El valor del índice 0 corresponderá a una concentración nula de contaminante, y el valor 100 estará asociado al valor límite fijado, a partir del cual habría que informar a la población por prevención. El índice para una concentración se calcula teniendo en cuenta la ecuación 8, donde: **ICA**: Índice de Calidad de Aire; **Ci**: Concentración del Contaminante; **Li**: valor límite permisible de ese contaminante.

Cada valor de índice calculado tiene una correspondencia con un color que identifica el estado de la calidad del aire en la zona de estudio. Esta calidad del aire ha servido de base para la valoración cualitativa de la vulnerabilidad del aire (Tabla 39).

$$\text{ICA} = (100 * \text{Ci}) / \text{Li} \quad (8)$$

Tabla 39. Rangos del ICA y de la asignación de la Vulnerabilidad del aire en Colombia

VALOR DEL INDICE	CALIDAD DEL AIRE	VULNERABILIDAD
0-49	Buena	V_B
50-99	Admisible	V_{MB}
100-150	Mala	V_{MA}
> 150	Muy Mala	V_A

Fuente: Elaboración propia con información de: Ayuntamiento de Madrid, Ley 34 de 2007 de España

Teniendo en cuenta que el contaminante PM_{10} es el que mayor ICA presenta en las regiones del país, se toma como base para el cálculo de la vulnerabilidad del aire, por lo que el Índice de Calidad del Aire se calcula teniendo en cuenta la concentración promedio anual de PM_{10} . La información disponible en Colombia se encuentra en el nivel de detalle correspondiente al área de la Corporación Autónoma Regional; en algunas de ellas, por falta de información, se utilizó PM_{10} para 24 horas y PST. Los límites permisibles utilizados son

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

los de la Unión Europea que están basados en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS); no se han utilizado los de Colombia por tener valores permisibles muy superiores (Tabla 40) que pueden afectar la salud (OMS, 2006). El valor del ICA y la estimación de la Vulnerabilidad de la atmósfera para la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales de Colombia, se presenta en la Tabla 41. Se han escogido los colores que serán utilizados para ilustrar el estado del aire en los mapas regionales.

Con la información de las vulnerabilidades de las áreas bajo jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales, se construyen mapas del estado de la Atmósfera que ilustran de forma general el estado del factor en el país (Figuras 21-26). En las Corporaciones que no poseen información sobre la Calidad del Aire, la Vulnerabilidad se estimó teniendo en cuenta la calidad del aire de la Corporación que se encuentra en la zona de influencia regional y algunas características de la producción, población y la cobertura vegetal.

Tabla 40. Comparación de Límites permisibles para contaminantes atmosféricos en Colombia, OMS y la UE

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible			Tiempo de exposición
		Colombia*	OMS**	UE***	
PM ₁₀	µg/m ³	70	20	40	Anual
		150	50	50	Diario
PST	µg/m ³	100	No aplica	No aplica	Anual
		300	No aplica	No aplica	Diario
SO ₂	µg/m ³	250	20	125	Diario
NO ₂	µg/m ³	100	40	40	Anual
CO	mg/ m ³	10	No aplica	10	8 Horas

Fuente: Elaboración propia con información de: * R/ 601 de 2006; ** OMS, 2006; *** D/ 2008/50/CE de Mayo 21 de 2008

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 41. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Atmósfera de Colombia por Corporaciones Autónomas

CORPORACIÓN AUTONOMA	CONCENTRACIÓN DE PM₁₀ (µg/m³)	ICA	VULNERABILIDAD ESTIMADA
AMVA	60.4	151	V_A
CAR	52.9	132	V_{MA}
CORPOBOYACÁ	55.6	139	V_{MA}
CARDER	32.6	81.5	V_{MB}
CDMB	62.5	156.3	V_A
CORPOGUAJIRA	31.3	78.3	V_{MB}
CORNARE	32.7	81.8	V_{MB}
CORPAMAG	28.9	72.3	V_{MB}
CORPOCALDAS	53.5	133.8	V_{MA}
CORPONOR	41.6	104	V_{MA}
CORTOLIMA	36.6	91.5	V_{MB}
CRC	38.1	95.3	V_{MB}
CVC	42.4	106	V_{MA}
SDA	66.9	167.3	V_A
DAGMA	32.2	80.5	V_{MB}
CORALINA ¹	60.2	60.2	V_{MB}
DAMAG ²	336.4	112.2	V_A
DAMA	81.24	81.24	V_{MA}
CAS	40.0	100	V_{MA}
CORANTIOQUIA	70	175	V_A
CRQ ¹	38	38	V_B

Continua en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

CORPORACIÓN AUTÓNOMA	CONCENTRACIÓN DE PM ₁₀ (µg/m ³)	ICA	VULNERABILIDAD ESTIMADA
CAM ³	214,1	71.36	V _{MB}
CORPOCESAR	43.84	109.6	V _{MA}
CORPOAMAZONIA ⁴	IND	IND	V _B
CORPORINOQUIA ⁵	IND	IND	V _{MA}
CORMACARENA ⁶	IND	IND	V _{MB}
CDA ⁷	IND	IND	V _{MB}
CARDIQUE ⁸	IND	IND	V _{MB}
CARSUCRE ⁹	IND	IND	V _{MB}
CORPOMOJANA ¹⁰	IND	IND	V _{MB}
CVS ¹¹	IND	IND	V _{MB}
CSB ¹²	IND	IND	V _{MB}
CORPOURABA ¹³	IND	IND	V _{MB}
CORPOCHOCO ¹⁴	IND	IND	V _B

¹ Valoración hecha teniendo en cuenta PST promedio Anual, se utilizó el límite permisible de Colombia, la OMS y la UE no tienen en cuenta PST.

² Valoración hecha teniendo en cuenta PM₁₀ promedio Diario, se utilizó el límite permisible de la UE que es igual al de la OMS.

³ Valoración hecha teniendo en cuenta PST promedio Diario, se utilizó el límite permisible de Colombia, la OMS y la UE no tienen en cuenta PST.

⁴ La Región de la Amazonia es poco poblada, tiene una cobertura vegetal buena y las fuentes móviles y fijas son bajas, por este motivo se califica con una vulnerabilidad Baja.

⁵ La región de la Orinoquia, a pesar de tener una población baja y fuentes móviles bajas, se caracteriza por tener una cobertura vegetal arbustiva, que se quema dos veces al año en gran parte del territorio, terminando la época de sequía o verano, esta práctica cultural se lleva a cabo para renovar las pasturas, esta actividad genera gran cantidad de PST y PM₁₀, la Vulnerabilidad se estimó como Moderada Alta.

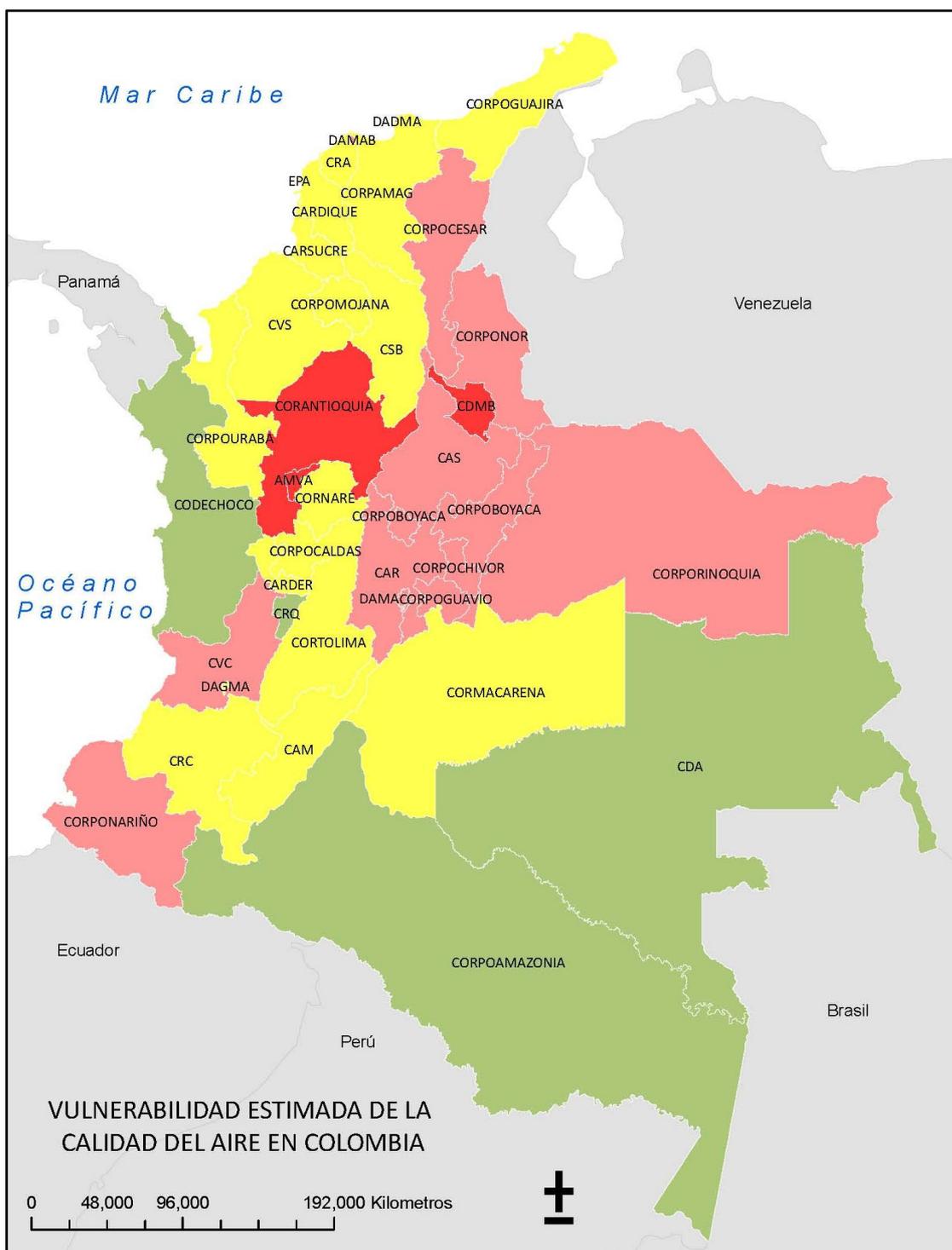
^{6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13} La similitud de las características productivas de estas regiones, la población y las fuentes móviles y fijas, motivaron la calificación de la Vulnerabilidad como Moderada Baja, teniendo en cuenta los datos de las Corporaciones que sí reportaron datos de calidad del Aire.

¹⁴ El Departamento del Chocó es similar en sus características productivas, fuentes móviles y fijas que CORPOAMAZONIA, por este motivo la Vulnerabilidad se estimó como Baja.

IND: Información No Disponible.

Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007

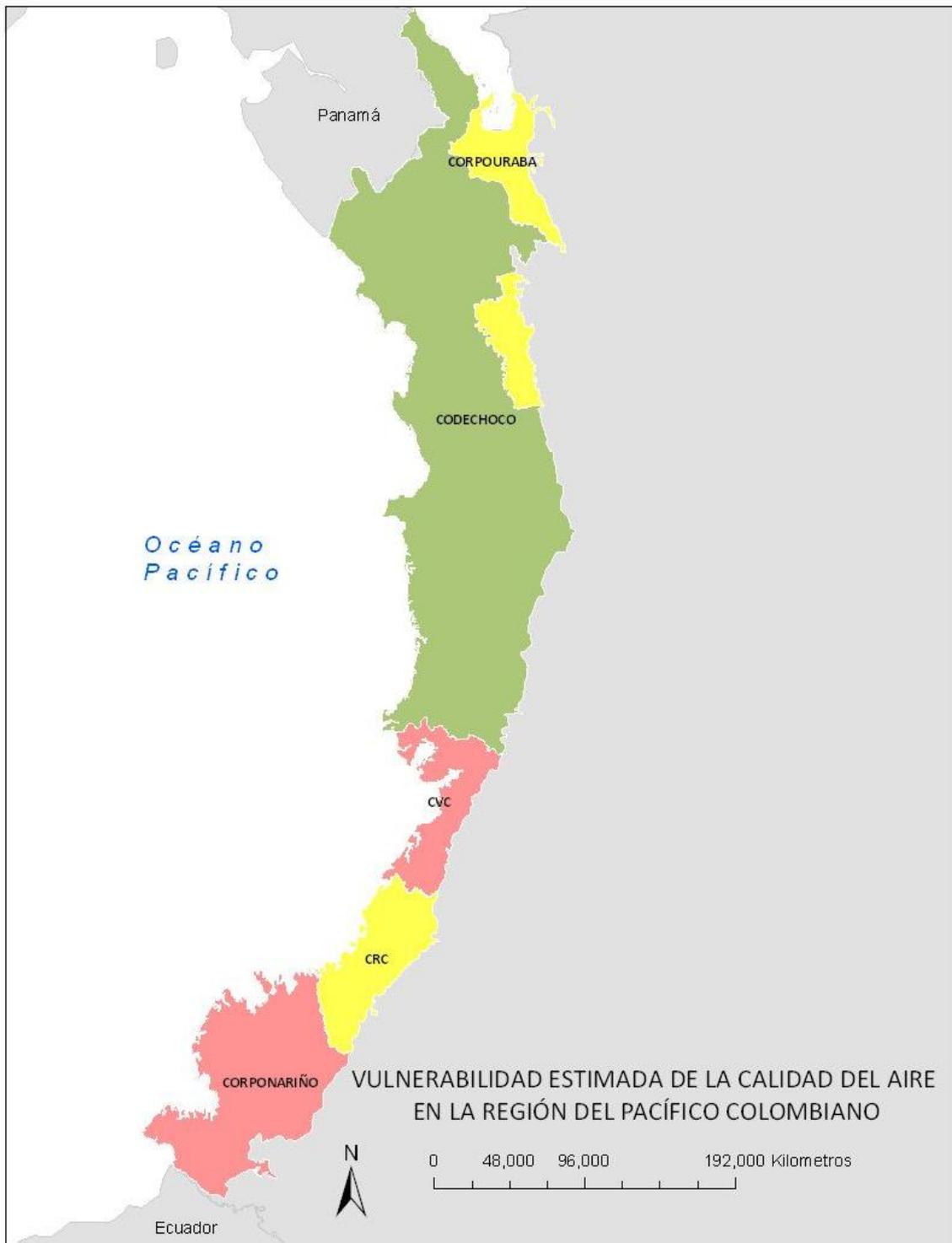
4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez 2005

Figura 21. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en Colombia

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005

Figura 22. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región del Pacífico Colombiano

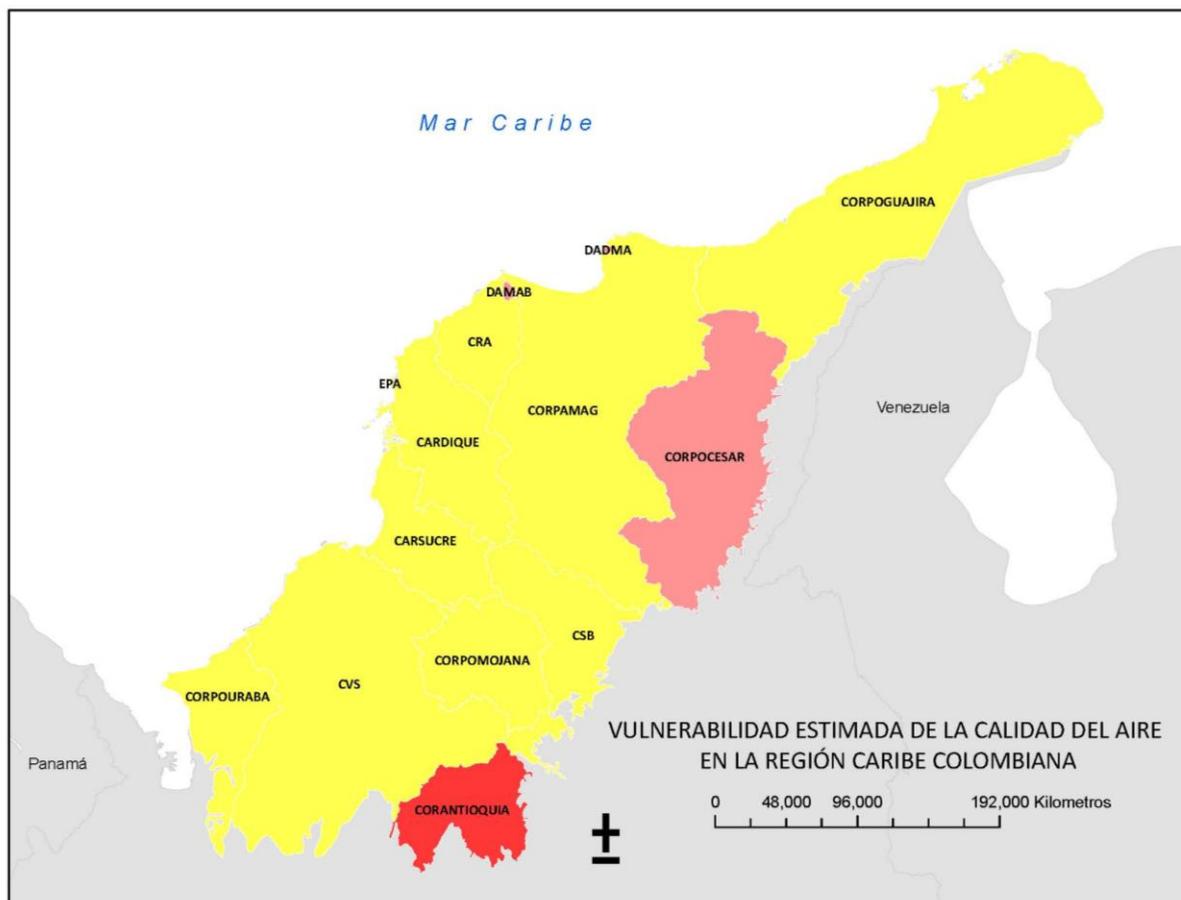
4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005

Figura 23. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región de la Amazonia Colombiana

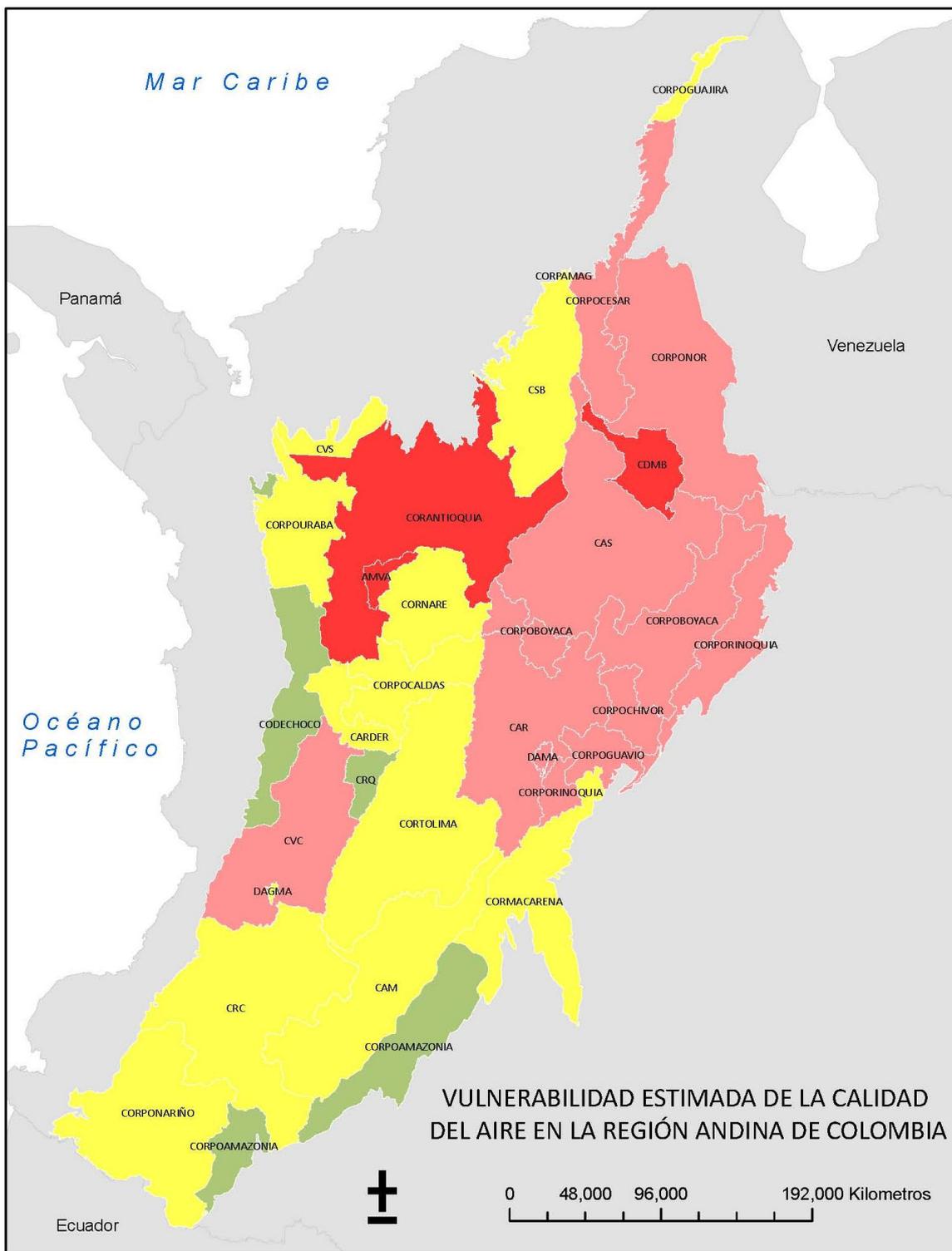
4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005

Figura 24. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región Caribe Colombiana

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007 ; Márquez, 2005

Figura 25. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región Andina Colombiana

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005

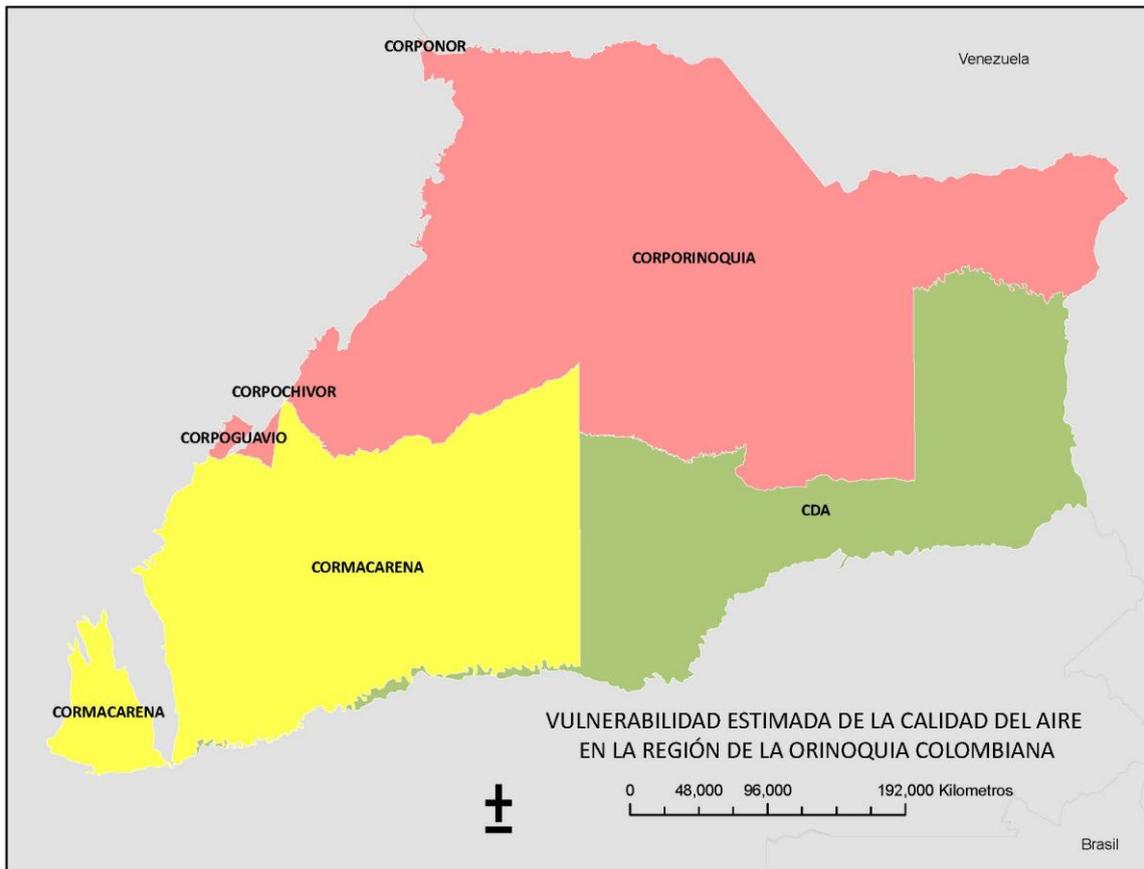


Figura 26. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Aire en la Región de la Orinoquia Colombiana

La Tabla 42 presenta un resumen de las vulnerabilidades de los factores ambientales para los Departamentos de Colombia, que se han determinado de manera detallada en el anexo 2.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 42 Asignación de valores cualitativos de la Vulnerabilidad general para factores ambientales en Colombia

DEPARTAMENTO	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
AMAZONAS	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _B	V _B	V _B	V _A	V _{MB}	V _B	*SI	*SI
ANTIOQUIA	V _{MA}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _B	V _B	V _A	V _{MA}
ARAUCA	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _B	V _B	V _{MA}	V _A	V _{MB}	*SI	*SI
ATLÁNTICO	V _A	V _A	V _A	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _A	V _B	*SI	V _A	V _{MB}
BOLÍVAR	V _A	V _{MB}	V _B	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _{MA}	V _{MB}	V _A	V _A	V _{MA}
BOYACÁ	V _{MA}	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _A	V _A	V _{MB}	V _B	V _{MA}	V _A
CALDAS	V _A	V _{MA}	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _{MB}	V _B	V _A	V _A
CAQUETÁ	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _B	V _B	V _B	V _A	V _{MB}	V _B	V _{MA}	V _A
CASANARE	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _B	V _B	V _{MB}	V _A	V _{MB}	*SI	*SI
CAUCA	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _{MB}	V _B	V _B	V _A	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _A

Continua en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DEPARTAMENTO	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
CESAR	V _A	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _A	V _{MA}	V _{MB}	V _{MA}	V _B	V _A	V _A
CHOCÓ	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _B	V _B	V _B	V _A	V _A	V _B	V _A	V _A
CÓRDOBA	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _{MB}	V _{MA}	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _A	V _A	V _A
CUNDINAMARCA	V _A	V _{MA}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _A	V _A	V _{MA}	V _A	V _A	V _{MA}
GUAINÍA	V _B	V _A	V _A	V _B	*SI	*SI					
GUAVIARE	V _B	V _A	V _{MA}	V _B	*SI	*SI					
HUILA	V _{MA}	V _{MB}	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _A
LA GUAJIRA	V _B	V _{MB}	V _B	V _{MB}	V _{MA}	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _B	V _A	V _{MA}
MAGDALENA	V _{MA}	V _{MA}	V _{MA}	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _A	V _{MB}	*SI	V _A	V _A
META	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _{MB}	V _B	V _B	V _A	V _{MB}	V _B	V _{MA}	V _{MA}

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DEPARTAMENTO	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
NARIÑO	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _{MA}	V _B	V _B	V _A	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _A
NORTE DE SANTANDER	V _A	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _A
PUTUMAYO	V _B	V _{MB}	V _{MB}	V _B	V _B	V _B	V _A	V _{MA}	V _B	*SI	*SI
QUINDÍO	V _{MA}	V _{MA}	V _{MB}	V _B	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _B	V _{MB}	V _A	V _{MA}
RISARALDA	V _{MA}	V _{MA}	V _{MB}	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _B	V _{MB}	V _A	V _{MA}
SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI	*SI
SANTANDER	V _{MA}	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _A	V _A	V _{MB}	V _B	V _{MA}	V _{MA}
SUCRE	V _A	V _A	V _A	V _{MB}	V _{MA}	V _{MA}	V _A	V _{MA}	*SI	V _A	V _A
TOLIMA	V _A	V _{MA}	V _{MB}	V _{MB}	V _A	V _A	V _A	V _{MB}	V _{MB}	V _A	V _A
VALLE DEL CAUCA	V _{MB}	V _{MA}	V _A	V _B	V _{MB}	V _A	V _{MB}				

Continúa en la siguiente pagina

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DEPARTAMENTO	HF	DF	DFL	CA	AGS	CUS	CAS	SS	PO	EMP	RE
VAUPÉS	V _B	V _B	V _B	V _B	V _B	V _B	V _{MB}	V _A	V _B	*SI	*SI
VICHADA	V _B	V _B	V _B	V _B	V _B	V _B	V _A	V _{MA}	V _B	*SI	*SI
BOGOTÁ	V _{MB}	V _{MB}	V _{MB}	V _A	V _B	V _A	V _A	V _{MB}	V _A	V _{MA}	V _B

Fuente: Elaboración Propia.

Factores Ambientales: HF: Hábitat de fauna; DF: Diversidad de Fauna; DFL: Diversidad de Flora; CA: Calidad del Aire; AGS: Capacidad Agrícola del Suelo; CUS: Cambio Uso del Suelo; CAS: Calidad Agua Superficial; SS: Seguridad Social; PO: Población; EMP: Empleo; RE: Recursos Educativos; *SI: Sin Información Disponible

4.4.2 Valores cuantitativos de la Vulnerabilidad de los factores ambientales

La valoración cualitativa que proporciona la estimación de la Vulnerabilidad de los factores ambientales (calificada como vulnerabilidad Alta, Vulnerabilidad Moderada Alta, Vulnerabilidad Moderada Baja y Vulnerabilidad Baja), se transforma en valores cuantitativos mediante la técnica de “comparación en pares jerarquizados” que se utilizó para el cálculo de la ImpAct Para ello, y después de analizar la importancia relativa de cada categoría de Vulnerabilidad de los factores Ambientales, se les asignan valores cuantitativos a la ImpAct de manera similar al procedimiento seguido para la ImpAct y se obtienen los valores de la Tabla 43.

Tabla 43. Valores cuantitativos para el cálculo de la Importancia de Vulnerabilidad de los factores ambientales

VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IAP	SIGLA	VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LA VULNERABILIDAD	VALOR DE LA IMPORTANCIA DE LA VULNERABILIDAD
Vulnerabilidad Ambiental Alta	V_A	5	100
Vulnerabilidad Ambiental Moderada Alta	V_{MA}	4	80
Vulnerabilidad Ambiental Moderada Baja	V_{MB}	2	40
Vulnerabilidad Ambiental Baja	V_B	1	20

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Cálculo de la Importancia de la Vulnerabilidad a partir de la Vulnerabilidad cualitativa de los factores ambientales para algunos Departamentos de Colombia

Como ejemplo de la metodología para el cálculo de la ImpVul y mostrar las diferencias que esta importancia logra captar, dependiendo de las características ambientales del sitio de ubicación del proyecto, se calcula la ImpVul de los Departamentos Antioquia, Chocó, Guajira y Valle del Cauca, se escogieron estos Departamentos por ser representativos de algunas regiones naturales de Colombia y tener diferencias ecosistemicas, económicas y culturales. Los cálculos se realizan con los valores de las Tablas 42 y 43, y se recogen en la Tabla 44.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 44. Cálculo de la ImpVul de los Factores ambientales de algunos Departamentos de Colombia

DEPARTAMENTO DEL VALLE			
FACTOR	Valor Cualitativo Vulnerabilidad	Valor Cuantitativo Vulnerabilidad	ImpVul
Hábitat de fauna	V_{MB}	2	40
Diversidad de Fauna	V_{MA}	4	80
Diversidad de Flora	V_{MA}	4	80
Calidad del Aire	V_{MA}	4	80
Capacidad Agrologica del Suelo	V_{MA}	4	80
Cambio Uso del Suelo	V_{MA}	4	80
Calidad Agua Superficial	V_A	5	100
Seguridad Social	V_B	1	20
Población	V_{MB}	2	40
Empleo	V_A	5	100
Educación	V_{MB}	2	40
DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ			
Hábitat de fauna	V_B	1	20
Diversidad de Fauna	V_{MB}	2	40
Diversidad de Flora	V_{MB}	2	40
Calidad del Aire	V_B	1	20
Capacidad Agrologica del Suelo	V_B	1	20
Cambio Uso del Suelo	V_B	1	20
Calidad Agua Superficial	V_A	5	100
Seguridad Social	V_A	5	100
Población	V_B	1	20
Empleo	V_A	5	100
Educación	V_A	5	100

Continúa en la página siguiente

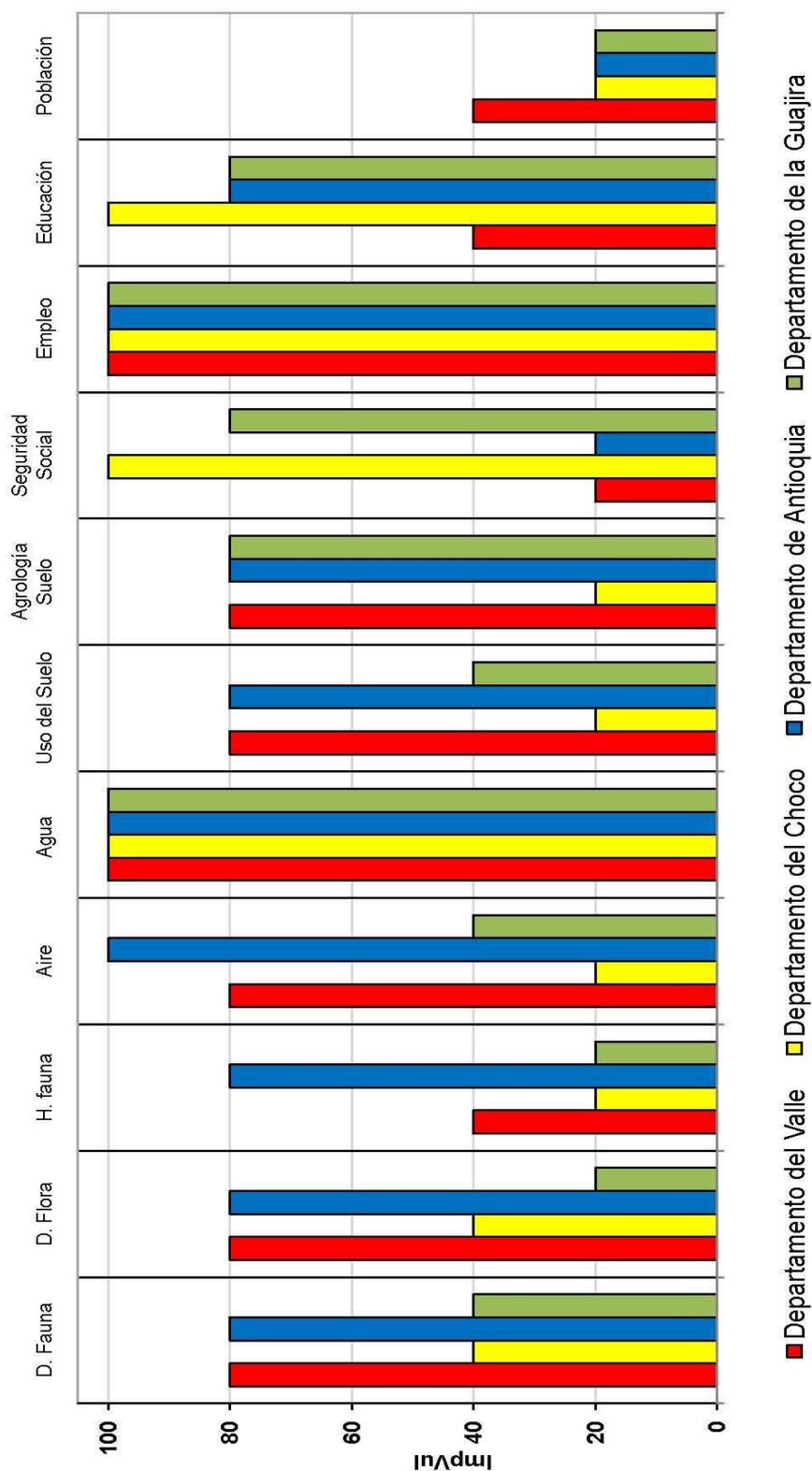
4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Continuación

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA			
FACTOR	Valor Cualitativo Vulnerabilidad	Valor Cuantitativo Vulnerabilidad	ImpVul
Hábitat de fauna	V_{MA}	4	80
Diversidad de Fauna	V_{MA}	4	80
Diversidad de Flora	V_{MA}	4	80
Calidad del Aire	V_A	5	100
Capacidad Agrologica del Suelo	V_{MA}	4	80
Cambio Uso del Suelo	V_{MA}	4	80
Calidad Agua Superficial	V_A	5	100
Seguridad Social	V_B	1	20
Población	V_B	1	20
Empleo	V_A	5	100
Educación	V_{MA}	4	80
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA			
Hábitat de fauna	V_B	1	20
Diversidad de Fauna	V_{MB}	2	40
Diversidad de Flora	V_B	1	20
Calidad del Aire	V_{MB}	2	40
Capacidad Agrologica del Suelo	V_{MA}	4	80
Cambio Uso del Suelo	V_{MB}	2	40
Calidad Agua Superficial	V_A	5	100
Seguridad Social	V_{MA}	4	80
Población	V_B	1	20
Empleo	V_A	5	100
Educación	V_{MA}	4	80

Fuente: Elaboración propia.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: ** Elaboración propia

Figura 27. Comparación de la Importancia de la Vulnerabilidad en algunos Departamentos de Colombia

4.5 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA TOTAL DEL IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo al análisis teórico que se ha presentado en el apartado anterior, los impactos ambientales son el resultado de la interacción de las actividades y los factores ambientales, que siempre son tenidos en cuenta cuando se califican los impactos por medio de atributos (Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, etc). Este proceso se realiza mediante opiniones de los profesionales que participan en el proceso asignando valores de acuerdo a los criterios individuales, siendo un ejercicio predominantemente cualitativo con imprecisiones, sesgos y subjetividades propios de actividades mediadas por el juicio humano.

Si se analizan la ImpAct y la ImpVul, tomando como ejemplo el proyecto/actividad operación de rellenos sanitarios o vertederos para el Departamento de Chocó, se pueden observar diferencias significativas entre los factores ambientales (Tabla 45, Figura 28), que pueden ser aprovechadas para proponer una forma alternativa para el cálculo de la **Importancia Total del Impacto Ambiental** y disminuir en parte las incertidumbres del método cualitativo.

Se propone incluir en el cálculo de la Importancia Total del Impacto Ambiental, la ImpAct, y la ImpVul de manera ponderada, lo que permite tener en cuenta el nivel de precisión y objetividad de la información, tal y como se recoge en la Ecuación 9, donde: **ImpTotal**: Importancia Total del Impacto; **ImpPro**: Importancia del proyecto modificada según la ecuación 7; **ImpAct**: Importancia de la Actividad; **ImpVul**: Importancia de la Vulnerabilidad de los factores ambientales.

$$\text{ImpTotal} = 0,4 \text{ ImpPro} + 0,2 \text{ ImpAct} + 0,4 \text{ ImpVul} \quad (9)$$

Los valores de ponderación de cada Importancia son exclusivamente una propuesta inicial y deben ser definidos conforme se desarrollen trabajos y se acumule experiencia. Para esta iniciativa corresponden al grado de objetividad de la metodología que se utilizó para su estimación, la información disponible en Colombia y lo más importante la posibilidad técnica que existe de influir en la Importancia. De esta manera la ImpAct que depende exclusivamente de las características de la actividad en sí misma y que puede ser modificada mediante el uso de tecnologías, se calculó teniendo en cuenta el criterio de expertos, asignándole el menor valor de ponderación.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

La Importancia de la Vulnerabilidad que fue estimada con datos provenientes de información primaria y de indicadores, y sobre la que la tecnología tiene poca influencia a corto plazo por depender de la característica y el estado del factor ambiental, se le ha asignado un valor mayor de 0,4.

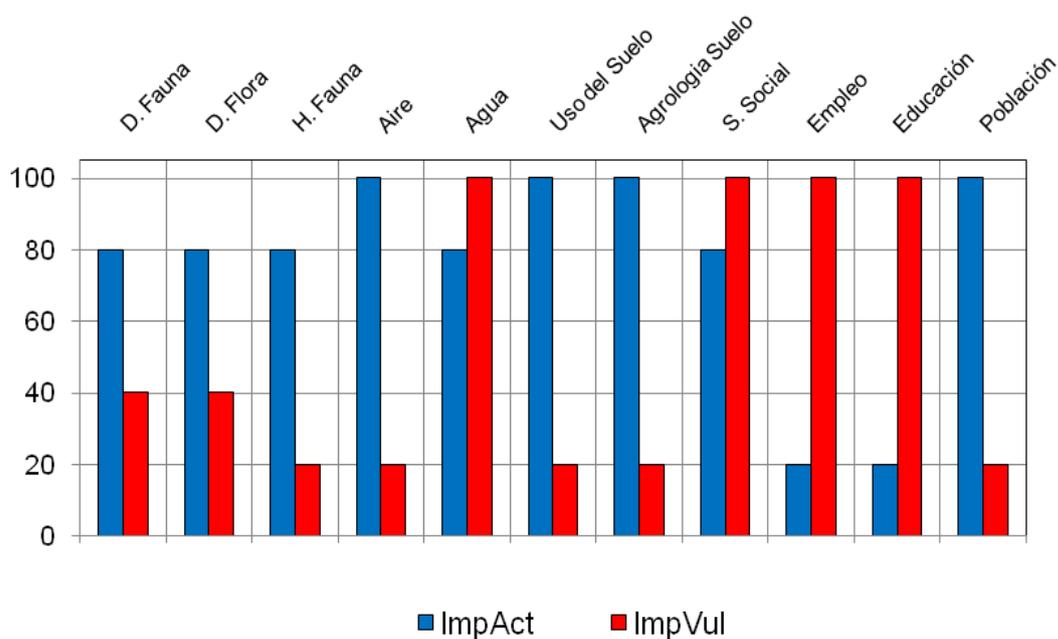
La Importancia del Proyecto cuyo valor depende de cálculos complejos donde intervienen juicios humanos mediados por una serie de atributos del impacto, es la que más se ha aplicado hasta el momento en la metodología cualitativa, habiendo sido objeto de validaciones en diferentes investigaciones. En este caso se le ha asignado un valor de 0,4.

Tabla 45. Comparación de la Importancia de la Actividad y la Importancia de Vulnerabilidad para el proyecto/Actividad Operación de Rellenos Sanitarios (Vertederos) en el Departamento del Chocó

FACTOR	ImpAct	ImpVul
Diversidad de Fauna	80	40
Diversidad de Flora	80	40
Hábitat de Fauna	80	20
Calidad del Aire	100	20
Calidad Agua Superficial	80	100
Cambio Uso del Suelo	100	20
Capacidad Agrologica del Suelo	100	20
Seguridad Social	80	100
Empleo	20	100
Educación	20	100
Población	100	20

Fuente: Elaboración propia

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración Propia

Figura 28. Comparación de la Importancia de la Actividad e Importancia de la Vulnerabilidad para el proyecto/actividad Operación de Rellenos Sanitarios en el Departamento del Chocó

Como se observa en la Tabla 46, aplicando la ecuación 9, la ImpTotal del impacto sobre la educación, difiere significativamente de la ImpPro, debido a los valores de la ImpAct y la ImpVul. La ImpPro que se calcula con el método crisp tradicional, sitúa al impacto en una categoría que no obliga a que se incluya en un plan de manejo o plan de actividades correctivas, por no ser significativo. La ImpTotal cambia esta característica, calificando el impacto como significativo, obligando a que sea incluido en el plan de acciones correctivas, lo que es pertinente desde el punto de vista del análisis del riesgo, debido a que la posibilidad de que el impacto se genere es mayor, porque la Vulnerabilidad del Factor Ambiental representa un riesgo mayor, lo que no es tenido en cuenta en el cálculo de la ImpPro. Al calcular la ImpTotal con la ecuación propuesta, se observan diferencias significativas, que muestran con mayor objetividad las características del ambiente y las actividades, y por lo tanto se aproximan mejor a la valoración de la Importancia del Impacto.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 46. Importancia de los impactos del proyecto Operación de Rellenos Sanitarios (Actividad Disposición de residuos en la Celda) en el Departamento del Chocó

FACTOR	ImpPro*	ImpAct	ImpVul	ImpTotal
Diversidad de Fauna	60	80	40	56
Diversidad de Flora	60	80	40	56
Hábitat de Fauna	50	80	20	44
Calidad del Aire	45	100	20	46
Calidad Agua Superficial	40	80	100	72
Cambio Uso del Suelo	40	100	20	44
Capacidad Agrologica del Suelo	23	100	20	37,2
Seguridad Social	50	80	100	76
Empleo	40	20	100	60
Educación	24	20	100	53,6
Población	22	100	20	36,8

* Estos valores corresponden a un ejemplo creado con fines académicos, basados en datos que corresponden al tipo de actividad en el Departamento del Chocó.

Fuente: Elaboración propia

4.6 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MODIFICADA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA TOTAL DE LOS IMPACTOS

En este apartado se ha incluido un ejemplo concreto relativo a la utilización del cálculo propuesto para la determinación de la Importancia de los Impactos Ambientales definidas en esta memoria. Para ello se ha considerado un ejemplo que se va analizar en dos Departamentos distintos, el de Casanare y el de Chocó. Se busca poner de manifiesto que la metodología puede capturar las especificidades de cada región, gracias al cálculo de la Importancia Total que incluye la Vulnerabilidad de los factores ambientales y el IAP de las Actividades.

En el ejemplo que se presenta a continuación, el cálculo de la ImpVul se ha realizado en base a la estimación de la Vulnerabilidad de los factores ambientales a escala Departamental de Colombia, con el objetivo de ilustrar la utilización de la metodología

modificada para el cálculo de la Importancia de los Impactos. Por este motivo es necesario tener en cuenta: 1) que la vulnerabilidad debe analizarse a una escala mucho más local para cada proyecto en particular, 2) que en Colombia aún no existe un sistema de información ambiental que permita calcularla con ese nivel de detalle. Por este motivo al analizar cada proyecto en particular debe realizarse un levantamiento de la información a escala local para el cálculo de la vulnerabilidad.

4.6.1 Características del proyecto/Actividad

El proyecto tiene como objetivo encontrar evidencias de presencia de hidrocarburos en el subsuelo del área escogida; las actividades requeridas se relacionan con la construcción de plataformas, adecuación de vías de acceso, construcción de un corredor de acceso a los puntos de las plataformas, perforación de pozos, manejo, tratamiento y disposición *in situ* de aguas tratadas, construcción de líneas de flujo y transporte de crudo en vehículos o por líneas de flujo. En caso de que la perforación exploratoria no resulte exitosa, se procederá al desmantelamiento y recuperación de las áreas afectadas. Algunos datos de este proyecto fueron generados por la empresa privada (MONTECZ S.A, 2008)³⁴,

Localización del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en los Departamentos del Casanare, Región Natural de la Orinoquia y Chocó, Región del Pacífico (Figura 29).

Fases y acciones del proyecto

El proyecto se desarrollara en tres grandes fases con las acciones que corresponden al estándar de este tipo de proyectos:

i. *Fase de Construcción/Acciones:*

- Movilización de personal, equipos y materiales de construcción
- Adecuación y construcción de accesos a las áreas de perforación y a otros sitios de interés.

³⁴ La información del proyecto se usa en esta memoria como material de consulta académica, respetando las técnicas, ideas, propuestas y demás productos en acatamiento de los derechos de autor. No adelanta críticas u observaciones sobre las metodologías de EIA utilizadas, las observaciones son para la metodología cualitativa en general, no para el EIA desarrollado por la empresa. La información ha sido adaptada para ser usada en la investigación, por ese motivo varía de manera significativa con la información del EsIA que elaboró la empresa y no refleja la realidad del proyecto, que fue elaborado cumpliendo la legislación Colombiana relacionada con el proceso de Licenciamiento Ambiental. Los Documentos del proceso de Licenciamiento en Colombia son públicos y pueden ser consultados por la ciudadanía, respetando las leyes y la libre empresa. Una vez terminada y aprobada la Tesis se entregara una copia de la misma a la empresa para su libre utilización.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

- Construcción de locaciones.
- ii. Fase de Operación (perforación exploratoria)/Acciones:
 - Actividades de Perforación.
 - Manejo de campamentos.
 - Pruebas de producción y pruebas cortas y extensas.
 - Transporte de hidrocarburos en vehículos.



Fuente: www.luenticus.org/mapas/colombia/casanare.html

Figura 29. Localización de los proyectos de exploración petrolera

- iii. Fase de Desmantelamiento/Actividades:
 - Desmantelamiento de infraestructura de perforación.
 - Restauración de las áreas intervenidas.

4.6.2 Identificación de impactos ambientales

Los impactos significativos identificados sobre los factores ambientales son³⁵:

- Para el componente físico, el evento que genera mayor impacto es el transporte en vehículos y líneas de conducción; se incrementarán los niveles de ruido y el material PM₁₀, principalmente por el transporte y la operación.

³⁵ Para la aplicación se analizan 50 impactos que representan parcialmente la totalidad de los impactos identificados.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

- En el medio biótico, la cobertura vegetal se percibe susceptible durante la fase de construcción, en tanto que la fauna terrestre se afectaría en cualquier etapa, principalmente durante el mantenimiento de pozos.
- En el medio socioeconómico, el elemento más afectado (positiva y negativamente) es la infraestructura vial. Negativamente influye la movilización de personal y el transporte de hidrocarburos; positivamente por las adecuaciones y construcciones de tramos nuevos.
- Los impactos positivos significativos están relacionados con la generación del empleo temporal y el mejoramiento de las condiciones de vida y el fortalecimiento de las organizaciones comunitarias,
- Se puede afirmar que el proyecto de perforación exploratoria, generará en el medio socioeconómico mayor cantidad de impactos positivos que negativos que son irrelevantes en su mayoría.

Un panorama general de los impactos identificados se presenta en la Tabla 47.

4.6.3 Cálculo de la ImpPro del proyecto exploración petrolera

El cálculo de la ImpPro se hizo mediante la metodología cualitativa, utilizando para ello un conjunto de atributos propuestos por Conesa (1996), permitiendo clasificar los impactos con la finalidad de priorizar el manejo ambiental y establecer el tipo de medida correctiva requerida. En este caso la ImpPro se calculó con la ecuación 4³⁶. El procedimiento y la asignación de los valores de los atributos fueron realizados por la empresa gestora de la licencia ambiental.

La ImpPro tomará valores extremos entre 18 y 100, en consecuencia, y según la escala de valoración de los efectos, la importancia del impacto adverso (-) se interpreta como: *Irrelevante*, *Moderado*, *Severo* o *Crítico*. Cada categoría tiene una escala cromática que permite identificar y ubicar el impacto en una categoría determinada (Tabla 48).

³⁶ Esta ecuación es desarrollada por Conesa (1996) y es el eje central para los cálculos de la metodología cualitativa, de manera general su formulas es: $ImpPro = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB)$.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 47. Identificación de impactos significativos en el proyecto exploración petrolera

FACTOR AMBIENTAL	AMBIENTE	FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE OPERACIÓN						FASE DE DESMANTELAMIENTO										
		MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ADECUACION Y/O CONSTRUCCION DE VIAS	CONSTRUCCION DE LOCALCIONES	LINEA DE FLUJO	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ACTIVIDADES DE PERFORACION	MANEJO DE AREAS DE CAMPAMENTOS	PRUEBAS DE PRODUCCION	TRANSPORTE DE HIDROCARBUIROS	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	DESMANTELAMIENTO INFRAESTRUCT. DE PERFORACION	RESTAURACION DE AREAS INTERVENIDAS									
	IMPACTO AMBIENTAL																					
SUELO	Cambio en el uso de suelo		•	•	•	•																
AGUA	Alteración de la Calidad del agua	•	•	•	•	•																
AIRE	Alteración de la Calidad del Aire	•	•	•	•	•																
FLORA Y FAUNA	Disminución de la Diversidad vegetal		•	•	•	•																
	Perdida de hábitat		•	•	•	•																
SOCIO ECONOMICO	Disminución de la Diversidad Animal		•																			
	Aumento de demanda de bienes y servicios																					
	Conflictos entre la comunidad por la llegada de población flotante																					
	Afectación temporal de las fuentes tradicionales de empleo																					•

Fuente: Elaboración propia con información de MONTECZ, 2008

Tabla 48. Rangos de calificación de la ImpPro proyecto exploración petrolera

CALIFICACIÓN DEL IMPACTO	VALORACIÓN
< (25)	IMPACTO IRRELEVANTE
(25) - (50)	IMPACTO MODERADO
(51) – (75)	IMPACTO SEVERO
> (75)	IMPACTO CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia con información de MONTECZ, 2008

El cálculo de la ImpPro ha permitido calificar los impactos y ubicarlos en las categorías correspondientes (Tabla 49).

4.6.4 Aplicación de la ecuación modificada para el cálculo de la ImpPro, incluyendo el atributo Posibilidad de Ocurrencia

Teniendo en cuenta los impactos identificados en el proyecto de exploración petrolera y los valores asignados a cada uno de los atributos, se ha aplicado la ecuación modificada para el cálculo de la ImpPro (Ecuación 7)³⁷. La Tabla 50 presenta la calificación de la ImpPro, utilizando la ecuación modificada que incluye el atributo PO (Ecuación 7).

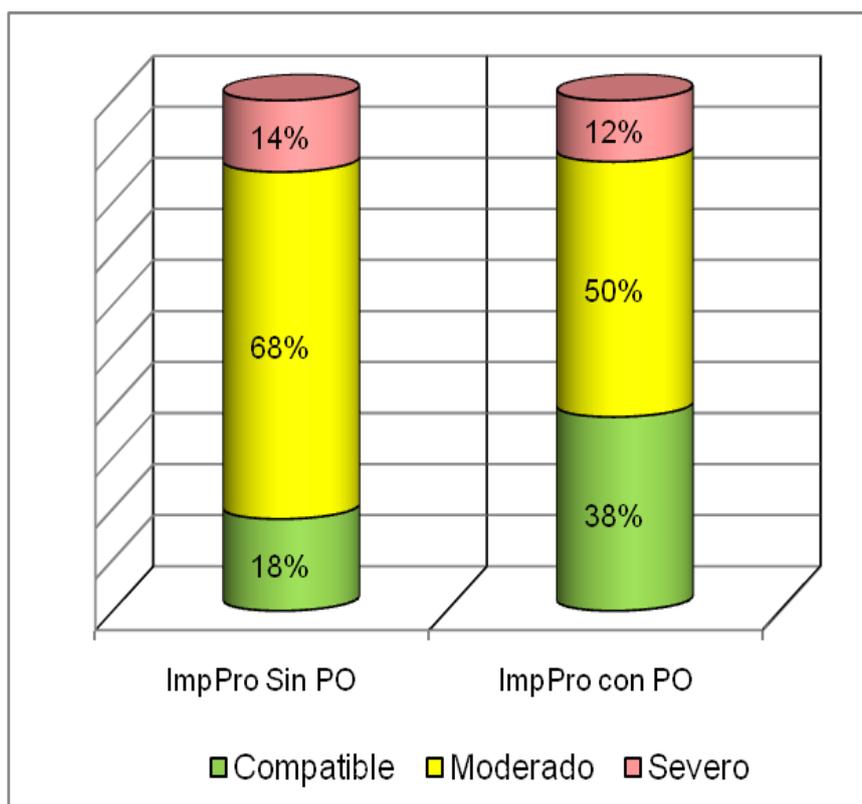
El atributo PO se asignó de acuerdo al criterio del equipo que intervino en la tesis, debido a que la metodología originalmente utilizada no lo tenía incorporado. Los valores de la PO se determinaron teniendo en cuenta la relación existente entre la característica técnica de la actividad y las condiciones del área donde se adelanta el proyecto. Por ejemplo, la PO del impacto “cambio de uso del suelo” generado por la acción construcción de vías (Columna7, Fila3, Tabla 50), se ha calificado como segura (PO=1,0), debido a que la construcción de la vía es una acción obligatoria para la movilización del personal y los equipos necesarios para desarrollar la exploración petrolífera y no puede eliminarse o ser sustituida por otra acción. A su vez, toda construcción de vías en áreas donde el uso del suelo sea agrícola o de conservación, como es el caso del proyecto, genera cambio en el

³⁷ $I = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) * Po$, donde: **I**: Intensidad; **EX**: Extensión; **MO**: Momento; **PE**: Persistencia; **RV**: Reversibilidad; **SI**: Sinergia; **AC**: Acumulación; **EF**: Efecto; **PR**: Periodicidad; **RB**: Recuperabilidad; **PO**: Posibilidad de Ocurrencia.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

uso del suelo (Banco Mundial, 1991) y por este motivo se tomo la decisión de asignarle la calificación 1,0 a la PO. El resto de valores de la PO se asignaron siguiendo estos criterios, además del apoyo en la consulta bibliográfica y la experiencia.

Los resultados de la modificación de la ecuación para el cálculo de la Importancia del Proyecto, permiten concluir que la incorporación del atributo Posibilidad de Ocurrencia del Impacto (PO), generó resultados interesantes en relación al proceso de EIA en Colombia. Puede observarse en la Figura 30 y en las Tablas 49 y 50 que la inclusión genera cambios en la calificación de los impactos, mostrando disminución del número de impactos de cada categoría. No obstante el objetivo del cálculo de la ImpPro, no necesariamente debe conducir a la calificación de todos los impactos como significativos; su función es generar información para tomar decisiones de manera confiable. Puede por tanto concluirse la necesidad de incluir el atributo PO y la importancia que éste representa en la calificación de los impactos



Fuente: Elaboración propia con información modificada de MONTECZ, 2008

Figura 30. Distribución de las categorías de los impactos incluyendo el atributo PO en el cálculo de la ImpPro

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 49. Importancia del Proyecto sin incluir el atributo PO

AMBIENTE			FASE DE CONSTRUCCION				FASE DE OPERACIÓN					FASE DE DESMANTELAMIENTO		
			ACTIVIDAD				ACTIVIDAD					ACTIVIDAD		
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MOVILIZACIÓN DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ADECUACION Y/O CONSTRUCCION DE VIAS	CONSTRUCCION DE LOCACIONES	LINEAS DE FLUJO	MOVILIZACIÓN DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ACTIVIDADES DE PERFORACION	MANEJO DE AREAS DE CAMPAMENTOS	PRUEBAS DE PRODUCCION	TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	MOVILIZACIÓN DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	DESMANTELAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE PERFORACION	RESTARURACION DE AREAS INTERVENIDAS
SUELO	Uso del suelo	Cambio en el uso de suelo	-29	-28	-27	-27	-28	-28	-28					
AGUA	Agua superficial	Alteración de la Calidad del agua	-19	-27	-29	-27	-20	-32	-26	-50	-34	-20		
AIRE	Composición del aire	Alteración de la Calidad del Aire	-27	-29	-29	-29	-26				-27	-26	-26	
FAUNA Y FLORA	Flora	Disminución de la Diversidad vegetal	-46	-45	-27	-27			-21					
	Fauna	Pérdida de hábitat	-28	-27	-26	-26	-23	-31	-28		-30	-22		
SOCIO ECONOMICO	Seguridad Social	Aumento de demanda de bienes y servicios	-29	-28	-26	-26	-22	-31	-25		-32	-23		
	Población	Conflictos entre la comunidad por la llegada de población flotante					-63					-59		
	Empleo	Afectación temporal de las fuentes tradicionales de empleo						-67		-67			-64	-64



Fuente: Elaboración propia con información modificada de MONTECZ, 2008

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 50. Importancia del Proyecto incluyendo el atributo PO

AMBIENTE			FASE DE CONSTRUCCION				FASE DE OPERACIÓN						FASE DE DESMANTELAMIENTO						
IMPACTO			ACTIVIDAD				ACTIVIDAD						ACTIVIDAD						
			CONSTRUCCION DE VIAS	CONSTRUCCION DE LOCACIONES	LINEAS DE FLUJO	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ACTIVIDADES DE PERFORACION	MANEJO DE AREAS DE CAMPAMENTOS	PRUEBAS DE PRODUCCION	TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	DESMANTELAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE PERFORACION	RESTAURACION DE AREAS INTERVENIDAS						
MEDIO	FACTOR	IMPACTO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO	PO				
SUELO	Cambio uso del suelo	-29	1,0	-28	1,0	-27	1,0	-19,6	0,7										
	Agua superficial	-13,3	0,7	-24,3	0,9	-24,3	0,9	-18,2	0,7	-50	1,0	-34	1,0	-10	0,5				
	Aire	-18,9	0,7	-26,1	0,9	-26,1	0,9	-23,4	0,9			-27	1,0	-26	1,0	-7,8	0,3		
FAUNA Y FLORA	Flora	-41,4	0,9	-40,5	0,9	-24,3	0,9	-14,7	0,7										
	Fauna	-28	1,0	-27	1,0	-26	1,0	-20,7	0,9	-31	1,0	-30	1,0	-11	0,5				
SOCIO ECONOMICO	Determinación de la Diversidad	-29	1,0	-28	1,0	-26	1,0	-19,8	0,9	-31	1,0	-32	1,0	-23	1,0				
	Demanda de bienes y servicios																		
	Seguridad Social																		
	Población	-63	1,0					-63	1,0					-53,1	0,9				
	Empleo	Afectación del empleo									-60,3	0,9							
										-67	1,0								

IMPACTO COMPATIBLE	IMPACTO MODERADO	IMPACTO SEVERO

Fuente: Elaboración propia con información modificada de MONTECZ, 2008

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

4.6.5 Inclusión del ImpAct e ImpVul en el cálculo del Impacto Total de los impactos

Así como la inclusión del atributo PO generó diferencias en la valoración de los impactos, es necesario analizar qué cambios puede ocasionar la inclusión de la ImpAct y la ImpVul en la valoración del Impacto Total (ImpTotal), y qué diferencias se presentan cuando se realiza la valoración de los impactos en sitios con características ambientales diversas. Por este motivo se ha calculado el ImpTotal del proyecto exploración petrolera en dos Departamentos diferentes. Se han escogido los Departamento de Casanare donde se desarrolla el proyecto realmente y Chocó por estar en otra región natural. Se ha procedido a calcular el ImpTotal utilizando la ecuación 9³⁸, donde se incluye la ImpPro y la ImpAct, los resultados se presentan en las Tablas 52 y 53.

La inclusión de la ImpVul y la ImpAct, en el Cálculo de la ImpTotal, generó cambios significativos en la calificación de los impactos en los escenarios de los Departamentos del Choco y Casanare si se compara con los resultados utilizando únicamente la ecuación para el cálculo de la ImpPro (Tabla 51 y Figura 31), especialmente se observa un aumento del número de impacto severos en el Departamento del Chocó, como consecuencia de la mayor vulnerabilidad del factor agua superficial en este Departamento, ocasionada por la carencia total de plantas para el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 51. Distribución porcentual de las categorías de los impactos utilizando diferentes metodologías para el Cálculo de la Importancia del Impacto

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS	TIPO/CATEGORIA DE IMPACTO %			
	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
ImpPro sin Atributo PO Departamentos Casanare y Choco	18	68	14	0
ImpTotal Departamento Casanare	0	82	18	0
ImpTotal Departamento del Choco	0	74	24	2

Fuente: Elaboración Propia

³⁸ **ImpTotal = 0,4 ImpPro + 0,2 ImpAct + 0,4 ImpVul** , donde: **ImpTotal**: Importancia Total del Impacto; **ImpPro**: Importancia del proyecto; **ImpAct**: Importancia de la Actividad; **ImpVul**: Importancia de la Vulnerabilidad de los factores ambientales.

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 52. ImpTotal Departamento Casanare

AMBIENTE		FASE DE CONSTRUCCION				FASE DE OPERACIÓN						FASE DE DESMANTELAMIENTO		
		ACTIVIDAD				ACTIVIDAD						ACTIVIDAD		
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ADECUACION Y/O CONSTRUCCION DE VIAS	CONSTRUCCION DE LOCALACIONES	LINEAS DE FLUJO	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ACTIVIDADES DE PERFORACION	MANEJO DE AREAS DE CAMPAMENTOS	PRUEBAS DE PRODUCCION	TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	DESMANTELAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE PERFORACION	RESTAURACION DE AREAS INTERVENIDAS
SUELO	Uso del suelo	cambio en el uso de suelo		35,6	35,2	34,8			31,8					
AGUA	Agua superficial	Alteración de la Calidad del agua	37,3	41,7	42,4	41,7	39,2	44,8	39,3	52,0	45,6	36,0	35,5	
AIRE	Composición del aire	Alteración de la Calidad del Aire	55,6	58,4	58,4	58,4	57,4				58,8	58,4	51,1	
FAUNA Y FLORA	Flora	Disminución de la Diversidad vegetal		48,6	48,2	41,7			37,9					
	Fauna	Perdida de hábitat		35,2	34,8	34,4	32,3	36,4	31,8		36,0	28,4		
SOCIO ECONOMICO		Disminución de la Diversidad Animal	36,6	43,6	43,2	42,4	39,9	44,4	39,0		44,8	41,2		
	Seguridad Social	Aumento de demanda de bienes y servicios												
	Población	Conflictos entre la comunidad por la llegada de población flotante	49,2				49,2					45,2		
	Empleo	Afectación temporal de las fuentes tradicionales de empleo						64,1		66,8			52,8	65,6



Fuente: Elaboración propia con información modificada de MONTECZ, 2008

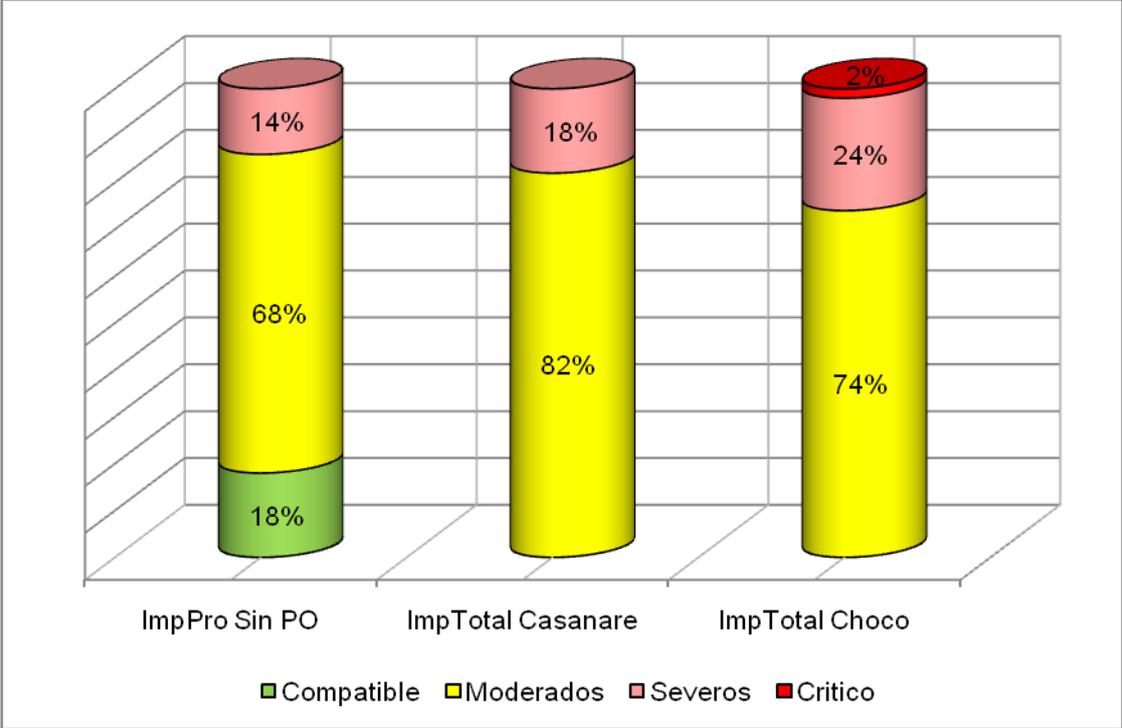
4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 53. ImpTotal Departamento Chocó

AMBIENTE		FASE DE CONSTRUCCION				FASE DE OPERACION					FASE DE DESMANTELAMIENTO			
		ACTIVIDAD				ACTIVIDAD					ACTIVIDAD			
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ADECUACION Y/O CONSTRUCCION DE VIAS	CONSTRUCCION DE LOCACIONES	LINEAS DE FLUJO	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	ACTIVIDADES DE PERFORACION	MANEJO DE AREAS DE CAMPAMENTOS	PRUEBAS DE PRODUCCION	TRANSPORTE DE HIDROCARBuros	MOVILIZACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES	DESMANTELAMIENTO INFRAESTRUCTURA DE PERFORACION	RESTAURACION DE AREAS INTERVENIDAS
SUELO	Uso del suelo	cambio en el uso de suelo		35,6	35,2	34,8			31,8					
AGUA	Agua superficial	Alteración de la Calidad del agua	61,3	65,7	66,4	65,7	63,2	68,8	63,3	76,0	69,6	60,0	59,5	
AIRE	Composición del aire	Alteración de la Calidad del Aire	31,6	34,4	34,4	34,4	33,4				34,8	34,4	27,1	
FAUNA Y FLORA	Flora	Disminución de la Diversidad vegetal		40,6	40,2	33,7			29,9					
	Fauna	Perdida de hábitat		35,2	34,8	34,4	32,3	36,4	31,8		36,0	28,4		
SOCIO ECONOMICO	Seguridad Social	Disminución de la Diversidad Animal	36,6	43,6	43,2	42,4	39,9	44,4	39,0		44,8	41,2		
	Población	Aumento de demanda de bienes y servicios												
	Empleo	Conflictos entre la comunidad por la llegada de población flotante	41,2				41,2					37,2		
		Afectación temporal de las fuentes tradicionales de empleo						72,1		74,8			60,8	73,6
			IMPACTO COMPATIBLE	IMPACTO MODERADO	IMPACTO SEVERO	IMPACTO SEVERO	IMPACTO CRÍTICO							

Fuente: Elaboración propia con información modificada de MONTECZ, 2008

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia

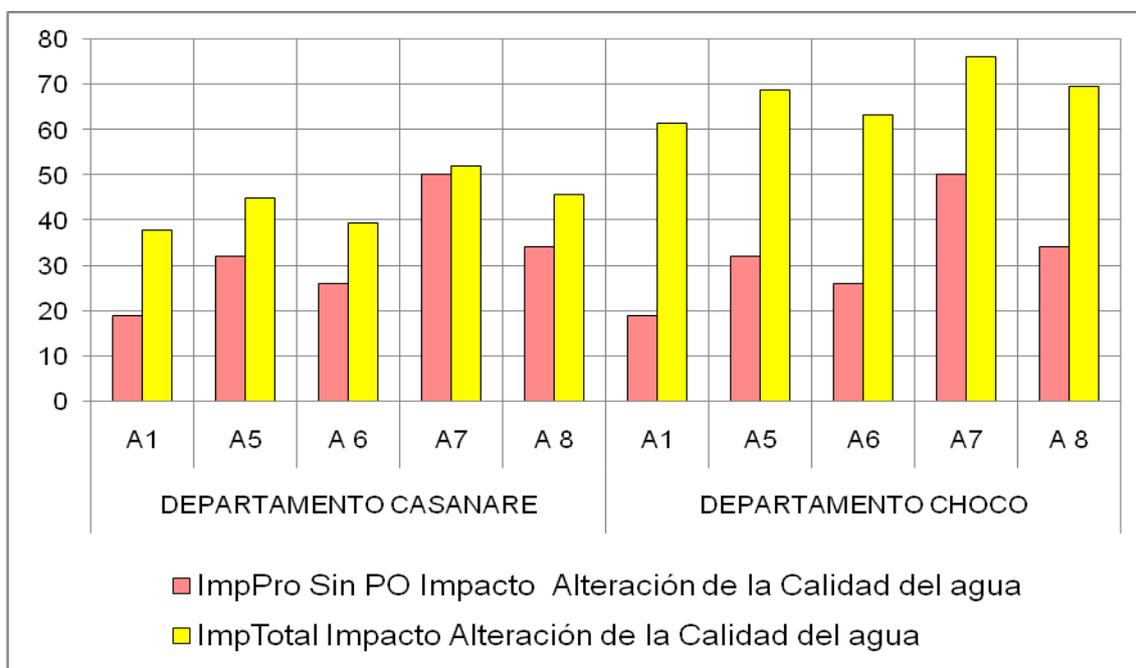
Figura 31. Efecto de la utilización de diferentes metodologías para el Cálculo de la Importancia del Impacto

Como puede observarse, la propuesta de incluir en el cálculo de la Importancia del Impacto la vulnerabilidad de los factores ambientales y el impacto potencial de las actividades, que no eran tenidos en cuenta en la metodología crisp, queda justificada por las diferencias de la calificación de los impactos para una misma actividad, en dos Departamentos de Colombia que difieren en el estado del ambiente y los recursos naturales, p.e. en la calidad del agua superficial.

Para ilustrar lo planteado, el Departamento del Casanare tiene una vulnerabilidad para el agua superficial menor que la del Departamento del Choco (Ver anexo 2), además la actividad de exploración petrolera en general, posee un alto Impacto Ambiental Potencial, lo que no está representado en el cálculo de la **ImpPro** (Figura 32). Sin embargo, cuando se calcula la **ImpTotal**, que incluye las características del factor ambiental y de la actividad, los impactos cambian de grado de significación y de categoría (Figura 32), obligando de esa manera a ser incluidos en los planes de manejo o acciones correctivas, por lo que se aumenta la eficiencia del proceso de EIA y la posibilidad de proteger el patrimonio

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

ambiental. Podríamos afirmar, que la sinergia de estos dos nuevos componentes de la calificación de la Importancia, genera los resultados que se han presentado.



Actividades: A1. Movilización de personal, equipos y materiales; A5. Perforación; A6. Manejo de áreas de campamentos; A7. Prueba de Hidrocarburos; A8. Transporte de Hidrocarburos

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Importancia del Impacto Alteración de la calidad del agua superficial generado por diferentes actividades del proyecto Exploración petrolera, utilizando diferentes propuestas metodológicas

4.6.6 Identificación de Factores ambientales más afectados por el proyecto, utilizando la ImpTotal Ponderada

Siguiendo los procedimientos de la metodología cualitativa se procede a identificar los factores más afectados por el proyecto, para ello se han utilizado las UIP con la finalidad de ponderar la importancia de los factores ambientales y las ecuaciones que se presentaron en la Tabla 18. Como el EsIA originalmente carecía de cálculos de la Importancia Total Ponderada, por consiguiente de UIP, se utilizaron valores genéricos definidos por Conesa (1996) para los factores ambientales implicados (Tabla 54)

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

Tabla 54 Valores de las UIP para el proyecto exploración petrolera ubicado en los Departamento de Casanare y Chocó

FACTOR AMBIENTAL	UIP
Hábitat de fauna	0,08
Diversidad de Fauna	0,05
Diversidad de Flora	0,14
Calidad del Aire	0,13
Cambio Uso del Suelo y capacidad Agrologica	0,20
Calidad Agua Superficial	0,20
Seguridad Social	0,08
Población	0,06
Empleo	0,06

Fuente: Elaboración Propia con datos modificados de Conesa, 1996

En este análisis la utilización de las ecuaciones modificadas y las UIP generaron cambios en la calificación de la Importancia de los Impactos y en consecuencia en la identificación de los factores que se afectan en mayor medida con las actividades del proyecto. Este cambio es muy importante porque permite tomar decisiones técnicas y económicas en la planificación y el desarrollo de los planes de manejo o las acciones correctivas; igualmente es un insumo valioso para el otorgamiento de la Licencia Ambiental o la exigencia de condiciones para la misma. De manera particular las modificaciones para el cálculo de la Importancia del Impacto, lograron incorporar la información sobre el estado del ambiente en los sitios donde se desarrolla la actividad y generar información más precisa sobre los factores ambientales que mayor deterioro pueden presentar con el desarrollo del proyecto.

Como se observa en la Figura 33, el uso de la metodología modificada generó cambios cuantitativos en la calificación del grado de deterioro de todos los factores ambientales, comparado con la calificación utilizando la metodología original. Aunque se mantiene el factor agua superficial como el de mayor impacto, la metodología modificada aumentó el énfasis de la valoración; esto fue especialmente importante en el Departamento del Chocó donde las condiciones de vulnerabilidad son mayores, debido a que la totalidad de las aguas residuales son vertidas en las fuentes de agua superficial sin tratamiento previo; situación diferente para el Departamento del Casanare donde operan plantas de

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

tratamiento para las aguas residuales, que logran disminuir la carga contaminante (Anexo 2). para algunos factores (Agua, Seguridad Social, Empleo y Educación) que en el Departamento del Casanare.

En el caso del factor aire, que ocupaba el segundo lugar de deterioro, muy cerca del factor suelo, la metodología modificada corrige en parte la valoración hecha por la metodología original, al aumentar la valoración para los dos Departamentos estudiados. Este resultado es consecuente con la vulnerabilidad del aire en el Departamento del Casanare, donde las quemadas cíclicas anuales de los pastizales para la ganadería extensiva generan gran cantidad de gases y partículas que contaminan la atmósfera y con la del Departamento del Chocó, en el que la calidad del aire es buena debido al poco desarrollo industrial y la baja densidad poblacional (IDEAM, 2002; IGAC-CORPOICA, 2002), con valores muy cercanos para los factores Flora y Fauna, justificado por poseer una diversidad muy alta, especialmente en el Departamento del Chocó (IAvH, 2008), igualmente influye en la calificación las características técnicas de la actividad que presenta un impacto potencial alto en relación al aire y la flora y la fauna (Conesa, 1996).

Para el factor empleo, la metodología modificada no genera cambios significativos en el orden de deterioro, aunque aumenta los valores para cada uno de los Departamentos, quedando justificado por el alto porcentaje de desempleo que se registrar en estas zonas del país (DNP, 2006).

Finalmente, la metodología modificada no solo hace ajustes aumentando los valores de calificación; también disminuye aquellos valores que no corresponden a la Vulnerabilidad de los factores, como ocurre con la población, que presenta valores menores a los calculados con la metodología original por las características de crecimiento bajo de la población en ambos Departamentos estudiados (DNP, 2006).

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

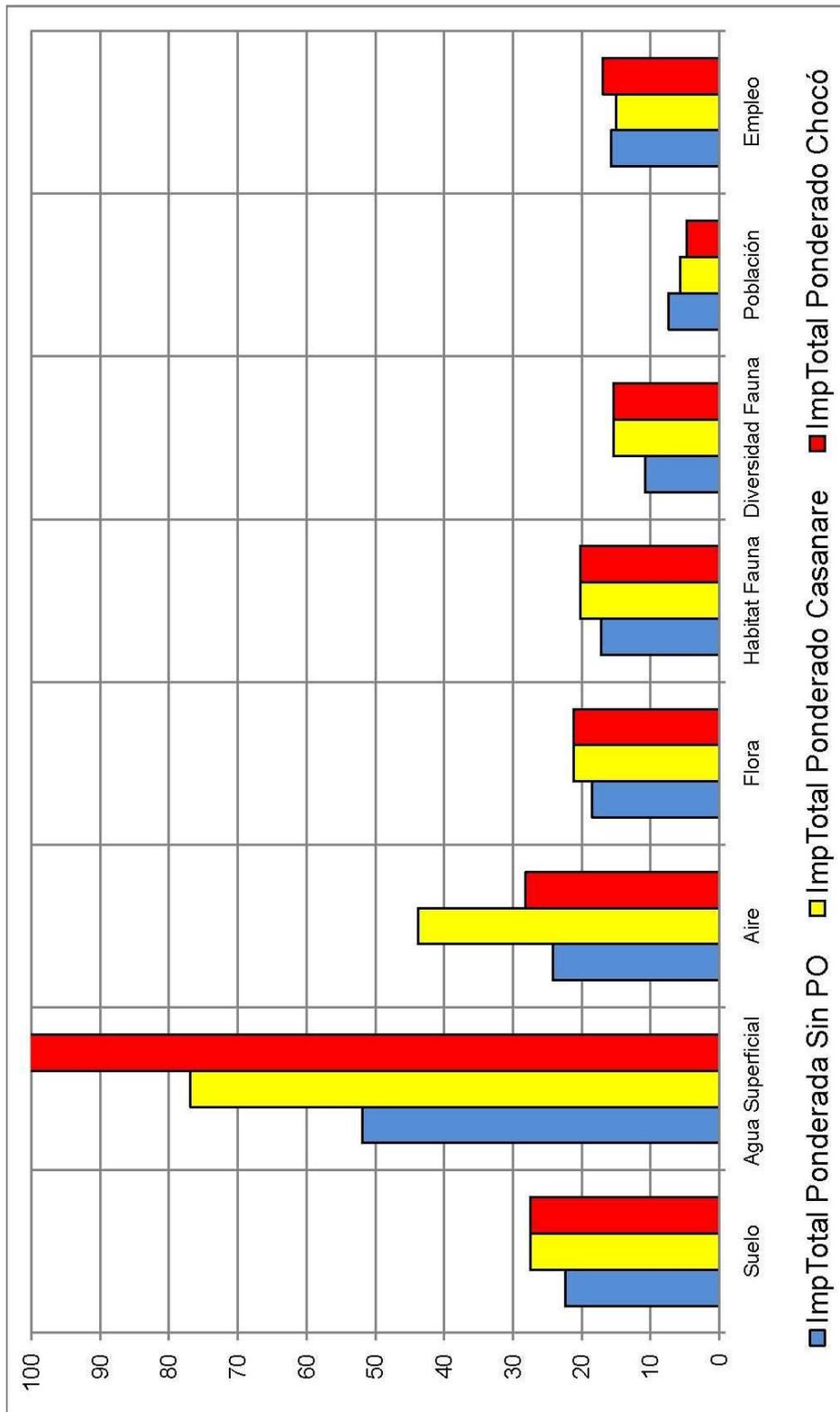


Figura 33. Impacto Total Ponderado de los Factores Ambientales utilizando la metodología cualitativa original y la modificada

4.6.7 Identificación de las actividades más impactantes del proyecto, utilizando la ImpTotal Ponderada y la ImpTotal Modificada-Ponderada

Siguiendo el procedimiento del apartado anterior se asignaron las UIP y se realizaron los cálculos para la identificación de las actividades que generan mayor impacto ambiental. Se observa de manera similar a lo que ocurre con la identificación de los factores ambientales más impactados con el proyecto, que el uso de la ecuación modificada para el cálculo de la Importancia de los Impactos y las UIP, supone una modificación en la calificación de las actividades que más generan impactos ambientales, tal y como se advierte en la Figura 34. En la fase de construcción, la actividad Construcción de vías (A2) y la Construcción de locaciones (A3) tenían una calificación similar usando la metodología original; cuando se usa la metodología modificada, la actividad A2 y la A3 continúan apareciendo como las actividades que mayor impacto generan, pero la actividad A2 se identifica claramente como la de mayor impacto; este resultado puede explicarse por la diferencia significativa en la calificación, si se compara con el resto de actividades este resultado es técnicamente pertinente debido a que esta actividad posee una potencialidad importante de generar impactos como la fragmentación del hábitat, la disminución de la cobertura y el cambio de uso del suelo entre otras. También aumentan los valores de calificación de la Actividad movilización de personal, equipos y materiales (A1), debido al potencial que esta actividad tiene sobre las poblaciones de fauna al generar procesos de cacería furtiva, ruido y baja calidad del aire por el aumento de partículas suspendidas; este aumento permite darle mayor importancia y por consiguiente justificar la toma de decisiones sobre su inclusión en los planes de manejo o medidas correctivas.

En la Fase de Operación, la Actividad de Perforación de Pozos (A5) es catalogada como de impacto bajo cuando se usa la metodología original; en el análisis con la metodología modificada, se convierte en una de las actividades de mayor impacto, conjuntamente con la actividad movilización de personal, equipos y materiales (A1) y actividad transporte de hidrocarburos (A8). Este resultado es técnicamente más acertado debido a las potencialidades de estas actividad para generar impactos especialmente sobre la atmosfera (A1), el agua y el suelo, debido al alto riesgo de derrames de petróleo y contaminación del suelo de la Actividad (A8), tal y como se muestra la bibliografía consultada (Bravo, 2005) .

4. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA EN COLOMBIA

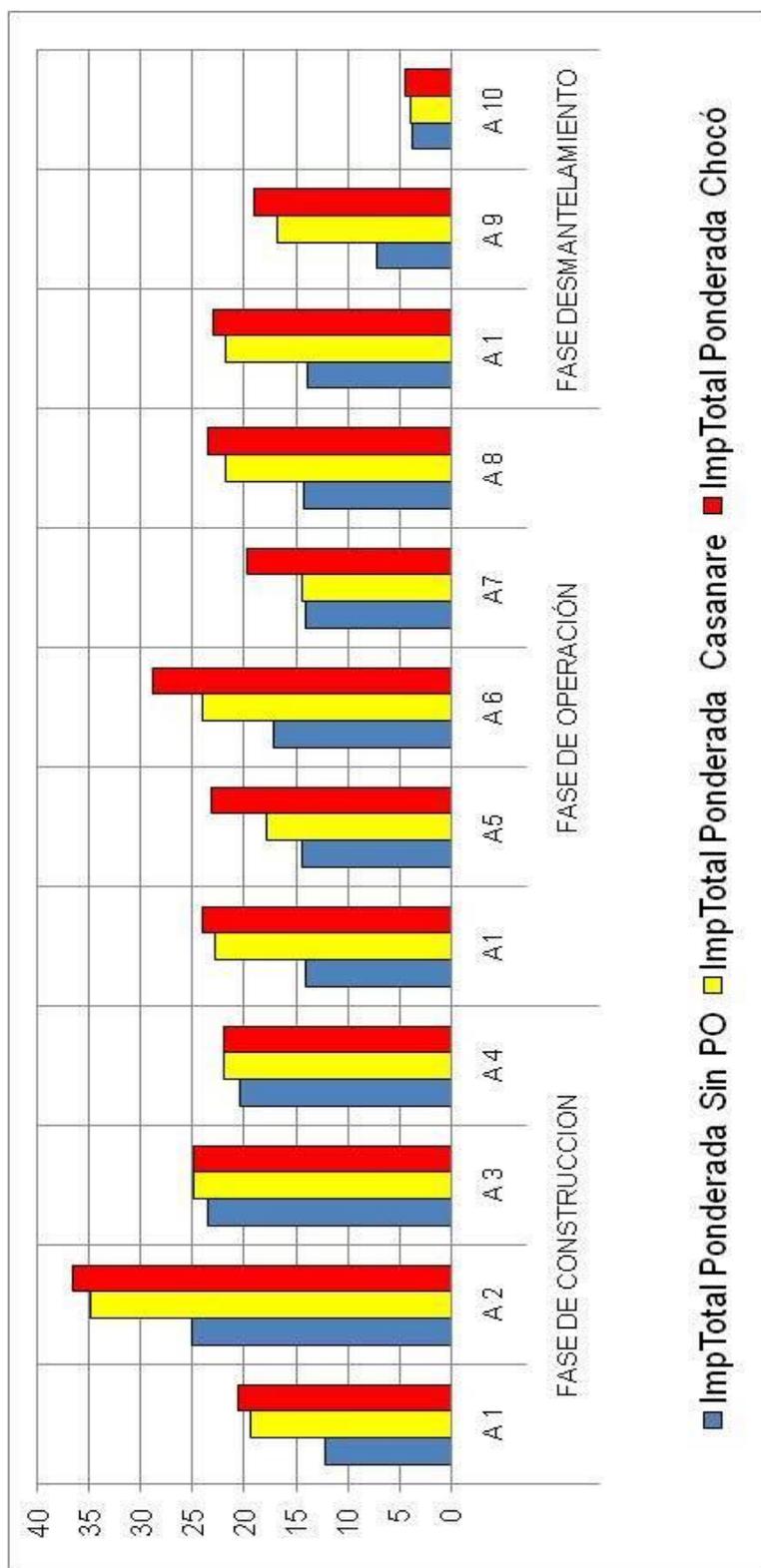


Figura 34. Impacto Total Ponderado de las Acciones utilizando la metodología cualitativa original y la modificada

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

5.1 CONCLUSIONES

Los aportes fundamentales que el desarrollo de esta memoria ha alcanzado son básicamente tres:

- i. La evaluación del sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Colombia, inexistente hasta la fecha.
- ii. La propuesta de un nuevo método para determinar la Importancia de los Impactos en su aplicación en la metodología cualitativa con la finalidad de tener en cuenta las particularidades de las actividades y el ambiente.
- iii. El análisis a gran escala de los factores ambientales en cada uno de los departamentos colombianos y su incidencia en el cálculo de la importancia de un impacto.

A continuación se resumen las conclusiones que se han obtenido en este estudio.

En relación a la Evaluación del sistema de EIA Colombiano:

- Las modificaciones llevadas a cabo en la normativa relativa a la EIA, posteriores a la entrada en vigor del Decreto 1753 de 1994, suponen una disminución del número de actividades sujetas al proceso de EIA, excluyendo en muchos casos algunas con un elevado potencial de impacto y que son parte importante de la base productiva, económica y social del país.
- Existen evidencias claras de una baja eficiencia en el control judicial, de procedimientos, evaluación, profesional y público directo, lo que genera el uso de

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

metodologías para la valoración de los impactos con alta influencia del equipo evaluador, moderada efectividad de la evaluación de los EsIA, especialmente a nivel regional y participación discriminada del público

En cuanto a la propuesta metodológica llevada a cabo y su aplicación, se han aportado modificaciones en tres aspectos concretos en el cálculo de la Importancia del Impacto:

- i. La inclusión del atributo Posibilidad de Ocurrencia del Impacto, en la ecuación del cálculo clásico de la Importancia, relativa al proyecto, es necesaria, y casi obligatoria, en las metodologías derivadas de criterios crisp. Su aplicación ha mostrado cambios significativos en la calificación de la Importancia de los Impactos, lo que permite tomar decisiones de manera más precisa y objetiva.
- ii. El uso del concepto de Impacto Ambiental Potencial, sugerido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina (CEPAL), para clasificar actividades económicas, y materializado mediante la Importancia de la Actividad, demostró ser útil en la generación de un nuevo componente para el cálculo de la Importancia Total de los impactos. Su aplicación ha mostrado una valoración más acorde de la importancia de los impactos generados con el conocimiento que se tiene de los mismos.
- iii. El uso de conceptos de ecología del paisaje, como el enfoque ecosistémico, permitió generar la Importancia de la Vulnerabilidad. En su aplicación se ha utilizado información sobre el estado de los recursos para asignar valores de vulnerabilidad y no criterios susceptibles de manipulación, como las listas de chequeo o los criterios de los evaluadores.

Las modificaciones propuestas para la determinación de la importancia, se han concretado en una ecuación lineal que incluye los tres aspectos señalados. Su aplicación ha mostrado un comportamiento global de la Importancia del Impacto más acorde con las características de la actividad y las características sociales, económicas y ambientales de Colombia

Finalmente, en relación con el análisis de los factores ambientales en Colombia:

- La diversidad geográfica colombiana, y su incidencia en la estimación del impacto ambiental se ha puesto de manifiesto gracias al uso del enfoque sistémico.

- La información oficial existente sobre los diferentes factores ambientales colombianos a escala local aún es insuficiente. Es necesario un gran esfuerzo de levantamiento y organización de la información a nivel municipal, para que los estudios de impacto ambiental sean más objetivos.

5. 2 TRABAJOS FUTUROS

En el desarrollo de este trabajo, han surgido algunos aspectos que, bien por incidir solo tangencialmente con los objetivos planteados, o por necesitar un análisis más detallado, se proponen para un estudio posterior. En concreto, las líneas que se dejan abiertas para un desarrollo futuro son:

- Presentar el contenido de esta memoria a la Administración Medio Ambiental de Colombia, para su conocimiento y discusión, si procede, de las propuestas realizadas en ella.
- Introducir las aportaciones realizadas en esta memoria considerando las técnicas difusas.
- Realizar un estudio detallado, similar al realizado para calcular la Importancia, incorporando al menos los criterios de IAP y Vulnerabilidad de los factores ambientales, con la finalidad de evaluar la Magnitud de los Impactos, aspecto básico en la determinación del Impacto Total.
- Generar un sistema detallado, casi automático si es posible, para la asignación de vulnerabilidades de los factores ambientales de las regiones naturales de Colombia, e integrarlo en el sistema de indicadores ambientales nacionales que se encuentra en construcción. Para ello, sería necesaria la construcción de una gran base de datos, mediante consulta bibliográfica exhaustiva, opinión de expertos usando el método Delphi, análisis ampliado del estado del ambiente, y el análisis de indicadores de los sitios representativos.

6. BIBLIOGRAFIA

- AARS Ø. (1998). The Romerike gate. A railway turning into a local watergate. In: Kajander J, editor. XX Nordic hydrological conference, Nordic associations for hydrology, Helsinki, Finland, 10–13 August 1998. Nordic hydrological programme, vol. 44. NHP report; p. 234 - 41.
- AGENCY GOVERNMENT OF JAPAN. (2000). Environmental Impact Assessment for International Cooperation: Furthering the Understanding of Environment Impact Assessment Systems for Experts Engaged in International Cooperation Activities.
- AGUILAR, GRETHEL. (2002) .EIA en Centroamérica: Estado del Arte. San José, C.R.: UICN. Oficina Regional para Mesoamérica, 84 p.; (Serie sobre Evaluación de Impacto Ambiental: EIA en Centroamérica No. 1) ISBN 9968-743-66-6.
- AHMAD B.; WOOD C., (2002). A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia. *Environmental impact assessment review*. 22, 213-234
- AMARA, R. C., & LIPINSKI, A. J. (1972). Some views on the use of expert judgment. *Technological Forecasting and Social Change*, 3, 279–289.
- ANDRADE P.A., (2004). Fundamentos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Méjico: PNUMA.. ISBN: 968-7913-28-2.
- ANDROULIDAKIS I., KARAKASSIS I. (2006). Evaluation of the EIA system performance in Greece using quality indicators. *Environmental Impact Assessment Review* 26: 242-256.
- ANNANDALE, D. (2001). Developing and evaluating environmental impact assessment system for small developing countries. *Impact assessment and project appraisal*, 19 3, pp. 187–193.
- ANGEL, E. Carmona, S. Villegas, L. (1997). *Gestión ambiental en proyectos de desarrollo: una propuesta desde los proyectos energéticos*. 2ª edición. Bogotá (Colombia): Fondo FEN Colombia, 91 p. ISBN: 958-9129- 44-7
- ARMENTERAS D, GAST F, VILLAREAL H. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biol Conserv* 2003; 113: 245–256.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS DEPAZ A. RODRIGUEZ G. C. (2004). Estudios de evaluación de impacto ambiental: situación actual. Huelva: Universidad de Huelva, Colección Alonso de Barba. ISBN: 8496373002.
- ARENAS J. (2008). Potential problems with environmental sound barriers when used in mitigating surface transportation noise. *Science of the total environment*. 405: 173 – 179
- ARBOLEDA G. J. (1998). Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales, En: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FUR TECHISCHE ZUSSAMMENARBEIT (GTZ). Manual de evaluación de impactos ambientales de Colombia. Primera edición. Santa fe de Bogotá, Versión CD 1.0
- ARRIAGA C., L. E. VASQUEZ-DOMINGUEZ, J. GONZÁLES-CANO, R. JIMÉNEZ R.E., MUNOZ L. Y V. AGUILAR S. (1998) regiones Prioritarias Marinas de México. Conabio. México.
- ARRIAGA C., L., V. AGUILAR, S. Y J. ALCOCER. (2000). Aguas continentales y diversidad biológica de México. Conabio, México.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). Norma Española UNE 150008:2008, sobre Análisis y evaluación del riesgo medioambiental. Mayo 29 de 2008.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO–BID, CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO–CED SANTIAGO–CHILE. (2001). Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago: BID-CED. Disponible en www.mdb.egp.net/sds/doc/ENVFundamentosEvaluImpactoAmbiental.pdf
- BANCO MUNDIAL. (1991). Libro de Consulta para Evaluación Ambiental, lineamiento sectoriales. Trabajo técnico 140. Vo. 2. Washington, D.C.
- BANCO MUNDIAL. (2007). Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia: Un análisis ambiental del país para Colombia. ISBN: 978-958-8307-10-7

- BANCO DE LA REPÚBLICA BIBLIOTECA VIRTUAL. (2005). Biomás o Zonas de vida- Ayuda de tareas sobre ecología y medio ambiente. Disponible en Internet: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/ayudadetareas/biologia/biolo22.htm>
- BARKER, A.; WOOD, C. (1999). An evaluation of EIA system performance in eight EU countries. *Environmental Impact Assessment Review*. 19: 387-404
- BEINAT, E.; NIJKAMP, E. AND RIETVELD. (1994). Value Functions for Environmental Pollutants: A Technique for Enhancing the Assessment of Expert Judgments', *Environment Monitoring Assessment*. 30, 9-23.
- BEKHECHI A.M; MERCIER RJ (2002). The Legal and Regulatory Framework for Environmental Impact Assessments. Law, Justice and Development series. Washington, D.C.: The World Bank.
- BAZARTSEREN B., SOLOMATINE D.P., MINNS A.W., ABBOTT M.B. Improving the quality of judgment in environmental impact assessment by using an analytic hierarchy process. Proceedings of the International Association for Hydraulic Research (IAHR), XXVIII Congress, 22-27 August 1999, Graz, Austria. p. 213-219.
- BEANLANDS, G.E., AND P.N. DUINKER (1983). An ecological framework for environmental impact assessment in Canada. Quebec: Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, and Federal Environmental Assessment Review Office, Hull, 132 p.
- BETANCOURT J. Y N. GARCIA. (2006). Bromelias, en Garcia N y G Galeano Libro rojo de plantas de Colombia Volumen 3. Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Instituto Alexander von Humboldt. Universidad Nacional de Colombia.
- BISSET, R. (1998). "Developments in EIA methods". En: WATHERN P. *Environmental impact assessment: theory and practice*. (Editor) London: Biddles Ltd, Guilford and King's Lynn. p. 3-46. ISBN: 0-415-07884-9.
- BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO DE ESPAÑA (BOE), nº 275 de 2007. Ley 34 del 2007 del 15 de Noviembre sobre Calidad del Aire y Protección de la Atmosfera.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO DE ESPAÑA (BOE), nº 102 29 Abril de 2006. LEY 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO DE ESPAÑA (BOE), nº 103 de 2008. Norma UNE 150008:2008, sobre Análisis y evaluación del riesgo medioambiental.
- BOLEA ESTEVAN, M T. (1984). Las evaluaciones de impacto ambiental (Cuadernos del CIFCA) CIFCA – Madrid.
- BRADLEY MP, SMITH E. 2004. Using science to assess environmental vulnerabilities. *Environ Monit Assess*; 94:1–7.
- BRAVO. E. 2005. Impactos de la explotación petrolera en América Latina. *Biodiversidad*. 43,1-44.
- BUFFINGTON, J.D. (1976). A synthetic definition of biological significance. En: R. K. Sharma, J. D. Buffington, and J.T. McFadden (eds.). *Proceedings, Workshop on the biological significance of environmental impacts*. Washington, DC: US Nuclear Regulatory Commission NR-CONF-002,
- BUFFINGTON, J. D., R. K. SHARMA, AND J. T. MCFADDEN. (1980). Assessment of ecological damage: consensus. En: *Symposium proceedings, Biological evaluation of environmental impacts*. Washington, DC: Council on Environmental Quality, and Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior FWS/OBS-80/26
- CALDERON E., G. GALEANO Y N. GARCIA (EDS) (2002). Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysoblanaceae, Dichapetalaceae y lecythidaceae. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, D. C. Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- CALDERÓN E., G. GALEANO Y N. GARCIA (eds.) (2005). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2. Palmas, frailejones y zamias, serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, D. C. Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 454 pg.

CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY (CEAA). (2008). Página web:
http://www.acee-ceaa.gc.ca/index_e.htm.

CANADA GAZETTE, (1992). Ley C. 1992, C. 37 R.S., c. 16 (4th Supp.)

CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. (2007). Follow-up Programs under the Canadian Environmental Assessment Act.

CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. (2008). Considering Aboriginal traditional knowledge in environmental assessments conducted under the Canadian Environmental Assessment Act -- Interim Principles.

CANTER, L. (2000). Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de EsIA. 2ª edición. Bogotá: McGRAW-HILL, p.2. ISBN: 84-481-1251-2.

CANTER L., SADLER B. A tool kit for effective EIA practice: review of methods and perspectives on their application. A Supplementary Report of the International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment. USA: Environmental Ground Water Institute University of Oklahoma, Institute of Environmental Assessment, UK, International Association for Impact Assessment, June, 1997, disponible en Internet:
http://www.iaia.org/Non_Members/EIA/Training_main.asp

CAPUZ S.; FERRER P.; GÓMEZ T.; VIVANCOS J.; LÓPEZ R.; GARCÍA R.; VIÑOLES M.; BASTANTE J. (2002). Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 8497051912.

CÁRDENAS L., D. Y N. R. SALINAS (eds.). (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4 Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Bogotá, D. C. Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 pp.

CARSON, R. Primavera silenciosa. Edición en Español de la 1ª Edición en Inglés (1960). Barcelona: Editorial GRIJALBO. 1980. 343p. ISBN: 84-253-1243-4.

6. BIBLIOGRAFÍA

- CASTAÑO MORA O.V. (Ed.). (2002). Libros rojos de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional – Colombia, Bogotá, D. C. Colombia.
- CLARK R, RICHARDS D. (1999). Environmental impact assessment in North América. In: Petts J, editor. Handbook of environmental impact assessment, vol. 2. Oxford: Blackwell; p. 203–22.
- CLOQUELL V.A.; CLOQUELL V.A.; SANTAMARINA M.C.; MONTEVERDE R. (2007). Localización e impacto ambiental: una visión unificada del problema. Valencia: Editorial UPV. 93 p. ISBN: 978-84-8363-068-6.
- CONESA, FDEZ.-VITORA, V. (1996).Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. 3ª edición. Madrid: Mundi-Prensa Libros. 412.p. ISBN: 84-7114-647-9
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA-CGR. (2005). Contraloría delegada para el medio ambiente. Proceso de reestructuración institucional y administrativa para el sector medio ambiente 2002-2004. Bogotá. <http://www.contraloriagen.gov.co>
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA-CGR. (2006). Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2005-2006. Bogotá: Imprenta Nacional. P. 229. <http://www.contraloriagen.gov.co>
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA-CGR. (2008). Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2007-2008. Bogotá: Imprenta Nacional. <http://www.contraloriagen.gov.co>
- CONSEJO DE POLITICA ECONOMICA Y SOCIAL. Lineamientos y Estrategias de desarrollo sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial # 3343. Marzo 2005. Disponible en Internet: <http://www.dnp.gov.co>
- CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CDB), COMISIÓN HOLANDESA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL (2006). Cuaderno Técnico CDB No. 26 la diversidad biológica en las evaluaciones de impacto. Documento de Antecedentes de la Decisión VII/28 del Convenio sobre Diversidad Biológica: Directrices voluntarias

sobre evaluaciones de impacto, incluida la diversidad biológica, Montreal, Canadá, 90 páginas.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA. Protocolo sobre evaluación estratégica del medio ambiente de la convención sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo. Comisión económica para Europa (ECE), Kiev (Ucrania), 21 de mayo de 2003. Código Publicación: ECE/MP.EIA/2003/3

COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO (CCAD) Y UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA (UICN). (2006). Estudio comparativo de los sistemas de evaluación de impacto ambiental en Centroamérica. San José, C.R.: UICN. Oficina Regional para Mesoamérica, 110 p. ISBN 9968-938-16-5

COOPER, C. F., AND P.H. ZEDLER. (1980). Ecological assessment for regional development. *Journal of Environmental Management* 10:285-296.

CORPOEDUCACIÓN, FUNDACIÓN CORONA, FUNDACIÓN EMPRESARIOS POR LA EDUCACIÓN, PREAL. Informe de progreso educativo de Colombia. Bogotá: 2006.

CHAVES, M. E. Y SANTAMARÍA, M (eds). (2006). Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 2 tomos.

CHAVES M.E Y ARANGO N (eds). (1998). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997. Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente y PNUMA. Bogotá, D. C. Colombia. 3 tomos.

CHESSON, P. & HUNTLY, N. (1989). Short-terminstabilities and long term community dynamics. *Trends in Ecology and Evolution*. (4), p. 293-298.

CHRISTENSEN, S.W., W. VANWINKLE, AND J. S. MATTICE. Defining and determining the significance of impacts: concepts and methods. En: R. K. Sharma, J. D. Buffington, and J. T. McFadden (eds.). (1976). *Proceedings, Workshop on the biological significance of environmental impacts*. Washington, DC: Nuclear Regulatory Commission NR-CONF-002,

6. BIBLIOGRAFÍA

- DALKEY N.; HELMER O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. *Management Science*, Vol. 9, No. 3. pp. 458-467.
- DÁVALOS L. (2001). The San Lucas mountain range in Colombia: how much conservation is owed to the violence. *Biodiversity and Conservation*, 10, 69–78.
- DEAN BURTON V.; NISHRY MEIR J. (1965). Scoring and Profitability Models for Evaluating and Selecting Engineering Projects. *Operations Research*, Vol. 13, No. 4. pp. 550-569.
- DEE, N., BAKER, N.L. (1973). Environmental evaluation system for water resource planning. *Water Resources Research*, No. 9: p. 523-535.
- DEFENSORÍA DEL PUEBLO. (2007). Tercer diagnóstico sobre calidad de agua para consumo humano. Bogotá, Disponible en Internet: <http://www.defensoria.org.co>
- DECRETO EJECUTIVO N° 30465-S De 2002, Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento por parte del Ministerio de Salud. Costa Rica.
- DECRETO EJECUTIVO N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC De 2004. Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Costa Rica
- DECRETO 30 DE 1997, Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, de Chile.
- DECRETO NÚMERO 95 DE 2001, Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, de Chile.
- DE VILLOTTA I, GOY JL, ZAZO C, BARRELA I, PEDRAZA J. Landscape analysis based on environmental units and visual areas. The use of geomorphological units as a basic framework. La Vall de Gallinera, Alicante. In: Marchetti M, Rivas V, editors. *Geomorphological and environmental impact assessment*. A. A. Balkema Publishers; 2001. p. 133–53.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN DE COLOMBIA (DNP). Indicadores Sociales Departamentales. Bogotá: 2006. Disponible en: www.dnp.gov.co

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA–DANE. Encuesta nacional Agropecuaria. 2007. www.dane.gov.co

DGPAD, Dirección General Para la Atención de Desastres: www.dgpad.gov.co

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 34 243. (1974). Decreto 2811.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE). No. 38756 (1989). Decreto 624.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 41 146. (1993). Ley 99.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 40 820. (1993). Decreto 663.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 41 427. (1994). Decreto 1753.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 41 575. (1994). Ley 164, del 27 de octubre de 1994, por el cual se aprueba el "Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992, 30-41

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 41 589. (1994). Ley 165 , del 09 de noviembre de 1994, por el cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992, 28-37

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 42 933. (1996). Decreto 2183.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 43 091. (1997) Ley 388.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 43 477. (1999) Ley 491.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 44 893. (2002). Decreto 1728

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 45 185. (2003). Decreto 1180.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 45 890. (2005). Decreto 1220.

6. BIBLIOGRAFÍA

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 45 990. (2005). Resolución 1023.

DIARIO OFICIAL DEL ESTADO COLOMBIANO (DOE) No. 46 09. (2005). Resolución 1552 del 20 de octubre de 2005, Por el cual se adoptan los manuales para evaluación de Estudios Ambientales y de seguimiento ambiental de Proyecto y se toman otras determinaciones, 1-82

DIARIO OFICIAL DE LA COMUNIDAD EUROPEA No. L073. (1997). Directiva 97/11/CE.

DIARIO OFICIAL DE LA COMUNIDAD EUROPEA No. L 143. (2004). Directiva 2005/35/CE

DIARIO OFICIAL DE COSTA RICA. No. 125 (2004). Decreto 31 849.

DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA (DRAE): En disco compacto. Edición Electrónica, Versión 1.0 Real Academia Española, 2003.

DIRECTIVA 85/337/CEE. Directiva del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, de España.

DIRECTIVA 2008/50/CE. Directiva del parlamento Europeo y del Consejo del 21 de Mayo de 2008. Referido a la calidad del aire y a una atmósfera más limpia en Europa. Diario Oficial de la UE L 1 52/1 del 11.6.2008.

DUARTE O., DELGADO M., REQUENA I. Algorithms to extend crisp functions and their inverse functions to fuzzy numbers. Proceedings of the 1999 Eusflat-Estylf Joint Conference. Mallorca, 1999

DUARTE VELASCO O. G. (2000a) Técnicas Difusas en la Evaluación de Impacto Ambiental. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.

DUARTE O., DELGADO M., REQUENA I. (2000b)/"Application of the Extension of crisp Functions to Fuzzy Numbers In the Environmental Impact Analysis"/. Proceedings of the Eighth Intern. Conference IPMU 2000. (Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems). Madrid 2000.

- DUARTE O., DELGADO M., REQUENA I. (2003). Algorithms to extend crisp functions and their inverse functions to fuzzy numbers. *International Journal of Intelligent Systems*. Vol. 18, Number 8. pp 855-876.
- DUARTE OSCAR G., IGNACIO REQUENA, YIEZENIA ROSARIO. (2007). "Fuzzy Techniques For Environmental-Impact Assessment In The Mineral Deposit Of Punta Gorda (Moa, Cuba)". Oscar G. Duarte, Ignacio Requena, Yiezenia Rosario. *Environmental Technology*, Vol. 28. pp 659-669.
- DUINKER PETER N., BEANLANDS GORDON E. (1986). The Significance of Environmental Impacts: an Exploration of the Concept, *Environmental Management* Vol. 10, No. 1, p. 1-10.
- DUPAGNE A, TELLER J. (2002). The application of EIA/SEA procedures to urban heritage: what is to be changed? In: Kozłowski R, editor. *Cultural heritage research: a Pan-European challenge*. Proceedings of the 5th EC conference Crakow; p. 127–30.
- DYSON R. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick *European Journal of Operational Research*, Volume 152, Issue 3, 1 February 2004, Pages 631-640
- EL-FADL, K., EL-FADEL, M. (2004). Comparative assessment of EIA systems in MENA countries: challenges and prospects. *Environmental Impact Assessment Review*. 24, 553–593.
- ETTER, A.; MCALPINE CI.; PULLARB D.; POSSINGHAM H. (2006). Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*. 79,74–87.
- ERIAS REY, A.; ALVARES-CAMPANA G. J. (2007). *Evaluación ambiental y desarrollo sostenible*. Madrid: Ediciones Pirámide. 513 p. ISBN: 978-84-368-2105
- FANDIÑO M.C. Y PALACIOS M.T. 2006. Causas de Pérdida de Biodiversidad. Introducción. Tomo I. 147-150. En: Chaves, M.E. y Santamaría, M. (editoras). 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá-D.C., Colombia. 2 Tomos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- FEDERAL ENVIRONMENTAL ASSESSMENT REVIEW OFFICE. (1994a). Addressing cumulative environmental effects: A reference guide for the Canadian Environmental Assessment Act).
- FEDERAL ENVIRONMENTAL ASSESSMENT REVIEW OFFICE. (1994b). Determining whether a project is likely to cause significant adverse environmental effects,
- FEDERAL LAW GAZETTE OF GERMANY. (2002). [BGBl. I 2002], p. 2350, Environmental Impact Assessment Act
- FORTLAGE, C. A. (1990) *Environmental Assessment: A Practical Guide* (London: Gower-Technical).
- FREY BS. (1997).The evaluation of cultural heritage: some critical issues. In: Hutter M, Rizzo I, editors. London: Economic Perspectives on Cultural Heritage; p. 31–49
- GACETA CONSTITUCIONAL DEL ESTADO COLOMBIANO No. 114. (1991). Constitución política de Colombia.
- GANDINI M.; PEREZ M.; MADERA A. (2000). Política de control de contaminación hídrica en Colombia. Elementos de discusión asociados a objetivos de tratamiento. I Conferencia Latinoamericana en lagunas de estabilización y reuso. Universidad del Valle-Colombia.
- GARMENDIA, A.; SALVADOR A.; CRESPO C.; GARMENDIA L. (2005).Evaluación de Impacto Ambiental. . Madrid: Pearson educación, p. 75. ISBN: 84-20-4398-5
- GÁRCIA URETA, A. (1997). Normativa internacional de evaluación de impacto ambiental. En: PEINADO LORCA, M.; SOBRINI SAGASETA DE ILÚRDOZ, I. Avances en evaluación de impacto ambiental y ecoauditoría. Madrid: Editorial Trotta S.A. p. 169-222. ISBN: 84-8164-190-1.
- GÁRCIA L. (2004).Aplicación del análisis multicriterio en las evaluaciones de impactos ambientales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- GARRIDO VEGARA M^a ENCARNACIÓN. (2008). Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos, adaptación para su informatización utilizando técnicas difusas y su

aplicación en vertederos de Andalucía. Tesis Doctoral Universidad de Granada, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Departamento de Ingeniería Civil, Área de Tecnologías del Medio Ambiente, Granada.

GERMAN FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC COOPERATION (BMZ). (1996). Guía de protección ambiental: Material auxiliar para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

GLASSON J.; THERIVEL R.; CHADWICK A. (2005). Introduction to environmental impact assessment. Third edition. Taylor & Francis. ISBN 0415338360.

GONZALEZ ALONSO, S. (1997). Consideraciones generales sobre la identificación y valoración de impactos. En: PEINADO LORCA, M.; SOBRINI SAGASETA DE ILÚRDOZ, I. Avances en evaluación de impacto ambiental y ecoauditoría. Madrid: Editorial Trotta S.A. p. 37-44. ISBN: 84-8164-190-1.

GOLDSMITH, F.B. (1983). Evaluating nature. Conservation in Perspective (eds A. Warren & F. B. Goldsmith), p. 233-246. John Wiley & Sons, Chichester. Citado por Nilsson, 1995.

GÓMEZ OREA, D. (2003). Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Madrid: Editorial Mundi-Prensa, ISBN: 84-8476-84-7.

GRESSMAN ALEXANDER. (2002). Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Universität Stuttgart: Methods and Tools for the assessment of environmental impact in Germany,

GROOMBRIDGE, B. Y JENKINS, M.D. (2002). World Atlas of Biodiversity. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Center. University of California Press, Berkeley, USA.

GUTIÉRREZ F. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C. Colombia 156 pp.

HELLIWELL, D.R. Valuation of wildlife resources. Reg. Stud. (1969), (3): p.41-47.

6. BIBLIOGRAFÍA

- HERNÁNDEZ CAMACHO J., ORTIZ QUIJANO R., WALSCHBURGER TH., HURTADO GUERRA A. (1992). Estado de la Biodiversidad en Colombia En: Halffter, G. (Comp.) *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I*. Volumen Especial, Acta Zoológica Mexicana, nueva serie. 389 p.p. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- HIRJI, R., AND ORTOLANO, L. (1991). EIA effectiveness and mechanisms of control: case studies of water resources development in Kenya. *International Journal of Water Resources Development* 7(3): 154-167.
- HOLLICK, M. (1986). Environmental Impact Assessment: an International Evaluation. *Environmental Management*, 10, 157-178.
- HOLM-HANSEN J. (1997). Environmental impact assessment in Estonia and Norway. *Environmental impact assessment review*. 17:449-463
- HUNSAKER, C. T. & CARPENTER, D. E. (Eds.). (1990). Environmental Monitoring and Assessment Program: ecological indicators. EPA/600/3-90/060. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. Washington D.C. USA.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT, INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT – UK. (1999). Principles of environmental impact assessment best practice. Fargo, USA. www.iaia.org
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT (IAIA). Disponible en: http://www.iaia.org/Non_Members/EIA/Training_main.asp
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). (1996). NTC-ISO 14001. Bogotá: ICONTEC, 25 p.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM. (2001). El medio ambiente en Colombia. 2ª edición, Bogotá: IDEAM. p.530. ISBN 958-95850-94.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM. (2002). Perfil del estado de los recursos naturales y el medio ambiente en Colombia 2001, ISBN 958-8067-3

- IDEAM, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS; INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS E INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO. (2002). Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables en Colombia. Bogotá: IDEAM, IAvH, SINCHI e IIAP.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES–IDEAM. (2004). Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia. Bogotá: Imprenta Nacional. ISBN: 958-8067-11-1
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM. (2007). Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia: Calidad del Aire, ISBN 978-958-8067-22-3
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. (2004). Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos del año 2000, Escala 1:250.000 Bogotá, D. C. Colombia.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 2006. Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos del año 2005, Escala 1:250.000 Bogotá, D. C. Colombia.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH). (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Bogotá-Colombia. ISBN 978-958-8343-22-8
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC) -CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA). (2002). Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia, Volumen IV: Uso adecuado y conflicto de uso de las tierras en Colombia. ISBN 958-9067-58-1
- KAMAL SKEIKER, BASHAR ABDUL GHAN. (2008). A software tool for the creation of a typical meteorological year. Renewable Energy, In Press, Corrected Proof, Available online 25 July

6. BIBLIOGRAFÍA

- JENS KVÆRNER A., GRETE SWENSEN B., LARS ERIKSTAD C. (2006). Assessing environmental vulnerability in EIA—The content and context of the vulnerability concept in an alternative approach to standard EIA procedure. *Environmental Impact Assessment Review*. doi:10.1016/j.eiar.2006.01.003
- KASSIM TA, SIMONEIT BRT (2005) Environmental Impact Assessment: Principles, Methodology and Conceptual Framework. *Handbook of Environmental Chemistry* 5, Part F, Vol 1:1–57
- KIELY, G. (1999). Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnología y sistemas de gestión. Madrid: Editorial Mac GRAW-HILL. p. 1118-1119. ISBN: 84-481-2149
- KI YOUN K., HAN JONG K., HYEON TAE K., YOON SHIN K., YOUNG MAN R., CHEOL MIN L., CHI NYON K. (2007). Quantification of ammonia and hydrogen sulfide emitted from pig buildings in Korea. *Journal of Environmental Management*. doi:10.1016/j.jenvman.2007.02.003.
- KONTIC, B. (2000) Why are some experts more credible than others? *Environmental Impact Assessment Review*, 20, pp. 427–434.
- LAWRENCE, D. P. (1993). Quantitative versus Qualitative Evaluation: A False Dichotomy. *Environment Impact Assessment Review*. (13), p. 3-11.
- LEE YI-FANG, JAMES W. ALTSCHULD, HSIN-LING HUNG. Practices and challenges in educational program evaluation in the Asia-Pacific region: Results of a Delphi study. *Evaluation and Program Planning*, In Press, Corrected Proof, Available online 23 August 2008
- LEFEBVREA O., VASUDEVANB N., TORRIJOSA M., THANASEKARANB K., MOLETTAA R. (2006). Anaerobic digestion of tannery soaks liquor with an aerobic post-treatment. *Water Research*. 40, 1492 – 1500.
- LEOPOLD, L., CLARKE F., HANSHAW B., BALSLEY, J. (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Washington: circular 645, Geological Survey, United States Department of the Interior.

- LEU, W.; WILLIAMS, W.; BARK, A. (1996). Development of an environmental impact assessment evaluation model and its application: Taiwan Case study. *Environmental Impact assessment review*. 16: 115-133.
- LEY 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental, de España
- LEY General del Ambiente del 06 de Noviembre de 2002, de Argentina.
- LEY N° 2658 10 de Julio de 2003, de la evaluación de impacto ambiental Provincia de Santa Cruz-República de Argentina.
- LEY N° 19.300 ley de bases del medio ambiente, de Chile
- LINARES, E.L. Y J. URIBE MELÉNDEZ. (2002). Libro rojo de briofitas de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- LONGLEY, W.L. (1979). An environmental impact assessment procedure emphasizing changes in the organization and function of ecological systems. En: *Proceedings, Ecological damage assessment conference*. Los Angeles, California: Society of Petroleum Industry Biologists.
- MACLAREN, V. W. (1986). *Multicriteria Evaluation Methods* in: V. W. Max Laren and J. B. Whitney (eds.), *New Directions in Environmental Impact Assessment*, Methuen, and Toronto.
- MALDONADO-OCAMPO J.A. Y USMA, J.S. (2006). Estado del conocimiento sobre peces dulceacuicolas en Colombia Tomo II 174-194 p. En: Chaves, ME. Y Santamaría, M. (eds) 2006. *Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información sobre la biodiversidad 1994-2004*. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 2. Tomos
- MÁRQUEZ, G. (2001). *Ecosistemas Estratégicos de Colombia*. En: *Ecosistemas Estratégicos, Bienestar y Desarrollo*, Instituto de Estudios Ambientales IDEA – Universidad Nacional de Colombia.

6. BIBLIOGRAFÍA

- MÁRQUEZ, G. (2005). Transformación de ecosistemas y condiciones de vida en Colombia. Tesis para obtener el título de Doctorado en Ecología Tropical. Universidad de los Andes, Venezuela. Tutor: Maximina Monasterio, 2005
- MARTÍN CANTARINO, C. (1999). El Estudio de impacto ambiental. Alicante: Universidad de Alicante, ISBN: 84-7908 491-X.
- MCALLISTER, D.M. (1986). Evaluation in Environmental Planning, Third Printing, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- MCMICHAEL A.; CAMPBELL-LENDRUM D. H.; CORVALAN C.; EBI K. L. (2003). Climate change and human health: risks and responses. World Health Organization. ISBN 924156248X
- MACLAREN, V. W. (1986). Multicriteria Evaluation Methods in: V. W. Max Laren and J. B. Whitney (eds.), New Directions in Environmental Impact Assessment, Methuen, and Toronto.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA (MMA). (1999). Sistema Español de indicadores ambientales: subáreas de agua y suelo. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica. Madrid.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; FUNDES. (2005). Guía de buenas prácticas para el sector de textiles. Bogotá: MAVDT. www.minambiente.gov.co
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FLORICULTORES. (2004). Guía ambiental para la floricultura. Bogotá: MAVDT-SAC.. www.minambiente.gov.co
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA. (2002). Ciencias naturales y educación ambiental: fundamentos curriculares. Bogotá: Cooperativa editorial magisterio. p.45

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2002). Propuesta Organizacional Sistemas de Gestión Ambiental Municipal. p. 24 Volumen 1, ISBN 958-9487-34-3.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; SECAB. (2002). Manual de evaluación de estudios ambientales: Criterios y procedimientos, Bogotá: MAVDT-SECAB. <http://www.minambiente.gov.co>
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES. (2002). Guía ambiental para el subsector porcícola. Bogotá: MAVDT-SAC. www.minambiente.gov.co
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT); DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE); PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. (2007). Iniciativa latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible: Indicadores de Seguimiento. Colombia.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (MOPU). (1990). Guías metodológicas para la elaboración de EsIA: Repoblaciones forestales. Madrid: MOPU, 181 p. ISBN: 84-7433-629-5.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (MOPU). (1991). Guías metodológicas para la elaboración de EsIA: Carreteras y ferrocarriles. Madrid: MOPU, 165 p. ISBN: 84-7433-598-1.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (MOPU). (1992). Guías metodológicas para la elaboración de EsIA: Aeropuertos. Madrid: MOPT, 178 p. ISBN: 84-7433-728 1
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA). (2000). Guías metodológicas para la elaboración de EsIA: Grandes presas. Madrid: MMA, 199 p. ISBN: 84-8320-105-4
- MINISTER OF SUPPLY AND SERVICES CANADA. (1996a). Reference Guide on Physical and Cultural Heritage Resources.
- MINISTER OF SUPPLY AND SERVICES CANADA. (1996b). A Guide on Biodiversity and Environmental Assessment.

6. BIBLIOGRAFÍA

MINISTER OF PUBLIC WORKS AND GOVERNMENT SERVICES CANADA. (1997).
Procedures for an assessment by a review panel.

MINISTER OF PUBLIC WORKS AND GOVERNMENT SERVICES CANADA. (2007).
Canadian Environmental Assessment Act: How to determine if the act applies, a
guide to determining if you need a federal environmental assessment and what type
may be required.

MINISTER OF PUBLIC WORKS AND GOVERNMENT SERVICES CANADA. (2008). An
introduction to class screening: under the Canadian Environmental Assessment Act.

MOJICA, J.I., C. CASTELLANOS, S. USMA Y R. ÁLVAREZ (Eds). (2002). Libro Rojo de
peces dulceacuícolas de Colombia. La Serie Libros Rojos de Especies
Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de
Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D. C. Colombia.

MODAK, P., BISWAS A. (1999). Conducting environmental impact assessment in developing
countries, Tokyo: United Nations University Press. 348 p. ISBN: 92-808-0965-2.

MONTECZ S.A. (2008). Estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia
ambiental - área de perforación exploratoria Tijereto San Luis de Palenque –
Casanare, Bogotá-Colombia.

NATIONAL ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY (NEPA) : www.nepa.gov

NILSSON CH.; GRELSSON G. (1995). The Fragility of Ecosystems: A Review. The Journal
of Applied Ecology. Vol. 32, No. 4, p. 677-692.

NDUBISI, FORSTER. 2002. *Ecological Planning: A Historical and Comparative Synthesis*.
Baltimore, MD: The John Hopkins University Press

NAVRUD S, READY RC, editors. (2002). Valuing cultural heritage applying environmental
valuation techniques to historic buildings, monuments and artifacts,
Cheltenham/Northampton.

NEIL ADGER. W. Vulnerability. (2006). Global Environmental Change. (16), p. 268–281

- NILSSON C, GRELSSON G. (1995). The fragility of ecosystems: a review. *Journal of Applied Ecology*. 32(4):677–92.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-024-SSA1-1993. Salud ambiental. criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas totales (pst). valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (pst) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NUÑEZ E. (2008). Panorama textil nada bueno. *Revista Dinero*. ISSN: 1578-7311. 04/03/2009
- O'BRIEN, K.L., ERIKSEN, S., SCHJOLDEN, A., LYGAARD, L. (2005). What's in a word Interpretations of vulnerability in climate change research. *Climate Policy*, submitted for publication.
- ODUM, E. (1959). *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: WB Saunders Co.
- OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). (2008). *Tendencias Mundiales del Empleo*. Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra. www.ilo.org/trends.
- OLSEN, A. R. (Ed). (1992). *The Indicator Development Strategy for the Environmental Monitoring and Assessment Programa EPA*.
- ORIAN, G. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. (1975). *Unifying Concepts in Ecology* (Eds W. H. Van Dobben & R. H. Lowe-McConnell), p. 139-158.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). (1993). *Core set of indicators for environmental performance reviews: A synthesis report by the Group on the State of the Environment*. Environment Monographs N° 83. Paris: OECD.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC DEVELOPMENT AND COOPERATION (OECD). (2004). *Structure of the OECD indicators core set by environmental issue*. Paris.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (1972). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*, Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972 (publicación de las Naciones Unidas, numero de venta: S.73.II.A.14 y corrección).

6. BIBLIOGRAFÍA

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) - COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA (CEE). (1991). Convenio sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo, Espoo (Finlandia) el 25 de febrero de 1991, Publicación de las Naciones Unidas, ECE/ENHS/NONE/2003/25.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS: COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL. (1999). La liberalización comercial y los acuerdos de libre comercio: perspectivas ambientales para Centroamérica. Documento: LC/MEX/L.369.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (1992a). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, República Federativa del Brasil, Publicación de las Naciones Unidas.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (1992b). Convenio de diversidad biológica, Conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, Río de Janeiro, Publicación de las Naciones Unidas.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (1994). Convenio sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo, documento No. ECE/ENHS/NONE/2003/25, GE.03-32363 (S) 281003 101103.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (2002). Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), Publicación de las Naciones Unidas A/CONF.199/20.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre Actualización mundial 2005.

ORTOLANO L.; JENKINS B.; ABRACOSA R. (1987). Speculations on when and why EIA is effective. *Environmental Impact Assessment Review.*;7:285– 92.

OTERO, I. (1999). Impacto ambiental de carreteras: evaluación y restauración. Madrid: Asociación española de la carretera, ISBN: 84-451-1677-0

PALIWAL R. (2006). EIA practice in India and its evaluation using SWOT analysis. *Environmental Impact Assessment Review.* 26, 492–510

- PARDO BUENDIA, M. (2002). La evaluación de impacto ambiental y social para el siglo XX: Teorías, procesos, metodología. Madrid: Editorial Fundamentos. ISBN: 84-245-0944-7.
- PASTAKIA Ch.; JENSEN A. (1998). The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA. *Environmental Impact Assessment*. 18, 461-482
- PÉREZ V.R.; CAÑETE M.C.; ATANASIO M.; PERNOCHI L.; HAMPEL H.; DOMECCO C.; MALETTI C. (2004). Relación entre precipitación e incremento del diámetro normal de *Melia Azedarach L. var. Gigantea*. Memorias Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, INTA – AIANER. XIX. Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia-Argentina. ISSN 1668-8279.
- PELLINI T., MORRIS J. (2001). A framework for assessing the impact of the IPPC directive on the performance of the pig industry. *Journal Environmental Management*. 63, 325–333.
- PIMM, S.L. (1991). *The Balance of Nature*. University of Chicago Press, Chicago.
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) - BANCO MUNDIAL (BM). (2004). Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el desarrollo sostenible: Indicadores de seguimiento. ILAC, 2004: Indicadores. Costa Rica.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO-PNUD. (2005). *La gestión local del riesgo: conceptos y prácticas*. Ginebra.
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). (2007). Informe de evaluación de las cuartas Perspectivas del Medio Ambiente Mundial - medio ambiente para el desarrollo (GEO-4). PNUMA. www.unep.org/geo/geo4/
- RAHEL, F.J. (1990). The hierarchical nature of community persistence: a problem of scale. *American Naturalist*. (136), p. 328-344.
- REES, W.E. (1988). A role for environmental assessment in achieving sustainable. *Development. Environment impact assessment review*; (8): 273-291. p.281

6. BIBLIOGRAFÍA

- RENJIFO, L. M. A.M. FRANCO-MAYA, J.D. AMAYA-ESPINEL, G. H. KATTAN Y B. LÓPEZ – LANUS (eds). (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Colombia. Bogotá, D. C. Colombia
- RIFFAT R.; KHAN D. (2006). A review and evaluation of the environmental impact assessment process in Pakistan. *Journal of applied sciences in environmental sanitation*,1, 17-29.
- RUDAS G. (2003). Propuesta de un sistema de indicadores de seguimiento del Convenio sobre la diversidad biológica en la Cuenca del Orinoco. Proyecto La Cuenca del Río Orinoco: Un enfoque integrador del manejo de la cuenca. Instituto Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., Fondo Mundial par la Naturaleza (WWF). Informe técnico. Bogotá, D. C. Colombia. 130 pp.
- RUDAS G. MARCELO D., ARMENTERAS D., RODRÍGUEZ N., N. MORALES, M., DELGADO L.C. Y SARMIENTO A. (2007). Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 128 p.
- RUEDA ALMONACID J.V., J. D. LYNCH Y A. AMEZQUITA (eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá,D. C. Colombia 384 pp.
- RUEDA A.; LYNCH D. ; AMEZQUITA A. (eds). (2004). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D. C. Colombia 384 pp.
- ROWE R.; STREET N.; TAYLOR G. (2009). Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13:271–290

- SADLER B. (1996). International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment Final report environmental assessment in a changing world: Evaluating Practice to Improve Performance. Canada: Environmental Agency, International Association for Impact Assessment, Minister of Supply and Services Canada. ISBN: 0-662-24702-7. Cat. No.: EN106-37/1996E. Disponible en Internet: <http://www.iaia.org/NonMembers/EIA/Trainingmain.asp>
- SÁNCHEZ, L. E. (2002). Evaluación de impacto ambiental, 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. ISBN 92-9089-073-8.
- SÁNCHEZ-TRIANA, E.; ORTOLANO, L. (2001). Organizational learning and environmental impact assessment at Colombia's Cauca Valley Corporation. Environmental Impact Assessment Review. 21, 223-239.
- SANTOS T., TOBÓN C., TOLOZA C., OSORIO L., CASTIBLANCO C., TORO J., SANZ M.; Expected biophysical, social and economic benefits of Cleaner Production (CP) implementation: a tanner's experience. 2nd SWITCH Scientific Meeting, Israel 25 - 29 November 2007. UNESCO-IHE.
- SAMARAKOON M.; ROWAN J. S. (2008). A Critical Review of Environmental Impact Statements in Sri Lanka with Particular Reference to Ecological Impact Assessment. Environmental Management. 41, 441–460
- SAMMY, G. (1982). Environmental Impact Assessment in Developing Countries, Ph.D. Dissertation, University of Oklahoma, Norman.
- SEMARNAT. (2005). Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Semarnat, México.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA (SIAC)
:www.siac.net.co
- SKINNER A, FOSTER S. (1995). Managing land to protect water: the British experience on groundwater protection. Paper presented at solutions 1995 at the XXVI congress of the IAH Edmonton 4–10 June 1995; p. 9.

6. BIBLIOGRAFÍA

- SONG ZH., EDWARDS S., BURNS R. (2006). Treatment of naphthalene-2 sulfonic acid from tannery wastewater by a granular activated carbon fixed bed inoculated with bacterial isolates *Arthrobacter globiformis* and *Comamonas testosteroni*. *Water Research* 40, 495–506.
- SORENSEN, J.C. (1972). Some procedures and programs for Environmental Impact Assessment. en R.B. Dittion and T.L. Goodale, Eds. *Environmental Impact Analysis: Philosophy and Methods*, Univ. Wisconsin Sea Grant Program. Madison, Wisc.
- SPRENKLE, D.; PIERCY F. (2005). *Research Methods in Family Therapy*. The Guilford Press. 2 nd edition. New York. ISBN: 1572309601
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS (SSPD). (2008). *Diagnósticos Departamentales de los Servicios Públicos Domiciliarios: Acueducto, Aseo, Alcantarillado*. Bogotá
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS (SSPD). (2007). *Informe, Anual de Servicios Públicos en Colombia*. Bogotá.
- TEGLER, B., SHARP, M. & JOHNSON, M.A. (2001). Ecological monitoring and assessment network's proposed core monitoring variables: an early warning of environmental change. *Environmental Monitoring and Assessment* 67: 29–56.
- TENJO GALARZA, F.; MORALES E.; MARTÍNEZ J. (2005). Comportamiento reciente del sector floricultor colombiano, 2000-2005. *Revista del Banco de la República*. Bogotá, (938): 24-48.
- THE FEDERAL-PROVINCIAL-TERRITORIAL COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT. (2003). *Incorporating Climate Change Considerations in Environmental Assessment: General Guidance for Practitioners*.
- THOMPSON, M.A. (1990). Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. *Journal of Environmental Management*, 30, 235-250
- THOMPSON, C. B., & SCHAFFER, J. (2002). Minimum data set development: Air transport time-related terms. *International Journal of Medical Informatics*, 65, 121–133.

- TORO CALDERON J. (2005). Referentes teóricos de la Educación Ambiental. En: TORO J., LOWY P., Educación Ambiental: una cuestión de valores. San Andrés: Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. p. 31-150. ISBN: 958-701-487-1.
- TOVAR, L. AND GARCIA, G. El entorno regional y la percepción del estado de salud en Colombia, 2003. Lecturas de Económica. Julio-Diciembre. 2006, no.65, p.178-207. ISSN 0120-2596.
- TURNBULL, I. (2003). Environmental impact assessment in the Fijian state sector. Environmental Impact Assessment Review 23: 73-89.
- UNESCO. Disponible en: <http://www.unescoeh.org>.
- UNITED NATIONS (UN). (1992c). United Nations Framework Convention on Climate Change, New York, FCCC/INFORMAL/84, June 1992. 25p
- UNITED NATIONS (UN) AND GERMAN FOUNDATION FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (DSE). (1992). Mining and the environment: The Berlin Guidelines. London. ISBN: 0 90011705607
- UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA. OFICINA REGIONAL PARA MESOAMÉRICA (UICN). (2003). Manual técnico de EIA: fundamentos generales para Centroamérica / UICN; Allan Astorga. San José, C.R.: UICN, 60 p. ISBN 9968-743-76-3.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT PROGRAMME; WORLD RESOURCES INSTITUTE, WORLD BANK (WRIWB). (2000). A Guide to World Resources 2000–2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life. Washington: World Resources Institute. p 36. ISBN 1-56973-443-7
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNEP. (2002). Environmental Impact Assessment Training Resource Manual, Second edition
- UNEP (1995). UNEP'S New Way Forward: Environmental Law and Sustainable Development 265. United Nations Publications.
- UNEP (2005). The millennium ecosystem assessment series. edited by Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash. ISBN 1-55963-227-5

6. BIBLIOGRAFÍA

- VATALIS K.; KALIAMPAKOS C. (2006). An overall index of environmental quality in coal mining areas and energy facilities. *Environmental Management*, 38, 1031–1045.
- VELEZ-PAREJA, I. (2003). The Delphi Method (El Metodo Delphi)" (June 2003). Available at Social Science Research Network: <http://ssrn.com/abstract=420040>
- VHB RESEARCH AND CONSULTING INC. (1990). *Loc Plan and Lawrence MacDonald and Associates: Evaluation Methods in Environmental Assessment*, Queen's Printer for Ontario, Toronto.
- WANG SI-YUAN; LIU JING-SHI; AND YANG CUN-JIAN. (2008) Eco-Environmental Vulnerability Evaluation in the Yellow River Basin, China. *Pedosphere* 18(2): 171-182
- WARNER, M. L. AND BROMLEY, D. W. (1974). *Environmental Impact Analysis: A Review of Three Methodologies*. Water Resources Center. Madison, Wisconsin.
- WATHERN P. (1998). An Introductory guide to EIA. En: WATHERN P. *Environmental impact assessment: theory and practice*. (Editor) London: Biddles Ltd, Guilford and King's Lynn. P. 3-46. ISBN: 0-415-07884-9.
- WATHERN P. YOUNG S.N. (1986). Ecological evaluation techniques. *Landscape Planning*, (12): p. 403-420.
- WENGER RB, HUADONG W, XIAOYING M. (1990). Environmental impact assessment in the People's Republic of China. *Environmental Management*, 14(4): 429-439
- WESTON J. (2004). EIA in a risk society. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47(2):313–25.
- WHITE, M. D. H. BOSHIER Y W. POWELL. (2002). Increased pollen flow counteracts fragmentation in a tropical dry forest: An example from *Swietenia humilis* Zuccarini. *Proceeding of the National Academy of sciences*. 94(4): 2038-2042.
- WOOD, CH. (1993). Environmental Impact Assessment in Victoria: Australian discretion rules EA. *Journal of Environmental Management*. 39, 281-295.

- WOOD, C.; COPPELL, L. (1999). And evaluation of the Hong Kong environmental impact assessment system. *Impact assessment and project appraisal*, (17): 1, 21-31
- WOOD, CH. (2003a). *Environmental Impact Assessment: A Comparative Review*. 2nd Edition. London: Prentice Hall. ISBN: 9780582369696
- WOOD, CH. (2003b). Environmental Impact Assessment in victoria: Australian discretion rules EA. *Journal of Environmental Management*. 39, 281-295.
- WORLD WILDLIFE FUND-WWF. (2006). Informe Planeta Vivo: www.wwf.org.mx
- YING L. G., LIU Y. C. (1995). A model of objective weighting for EIA. *Environmental Monitoring and Assessment*. (36): p. 169-182
- YU-CHUN CH.; CHIA-JUI H.; WILLIAMS G.; MEI-LING P. (2007). Low cost carriers' destination selection using a Delphi method. *Tourism Management* 29: 898–908
- ZULETA, ESTANISLAO. *Elogio de la dificultad y otros ensayos*. Cali: Fundación Estanislao Zuleta, 2000. ISBN: 958-8245-02-8

ANEXO 1: ESTADO DEL AMBIENTE EN COLOMBIA

A1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE COLOMBIA

Colombia se encuentra localizada en la esquina Noroccidental de Sur América, posee costas al Norte sobre el Mar Caribe y al Occidente sobre el Océano Pacífico y todo su territorio continental se halla comprendido dentro de la zona intertropical (Figura 35). La extensión continental de Colombia es de 1.141.748 km² incluyendo el archipiélago de San Andrés y Providencia, ubicado en el Mar Caribe al Oriente de Nicaragua y las Islas de Malpelo, Gorgona y Gorgonilla, en el Océano Pacífico (Hernández, 1992).

La ubicación de Colombia en la zona intertropical y la existencia de la Cordillera de Los Andes, que bordea el Occidente del país de Sur a Norte con una ramificación al Oriente hasta la Costa Caribe, proporcionan una variedad de climas y de formaciones vegetales que determinan en buena parte la existencia de cinco (5) regiones naturales: Pacífica, Andina, Caribe, Orinoquia y Amazonia (Figura 35), que albergan una diversidad de ecosistemas, especies animales y vegetales de tal magnitud que destaca al país en el ámbito mundial como el primero con mayor diversidad biológica por unidad de área (IDEAM, 2004; Armenteras y Villareal, 2003; Davalos, 2001). Colombia cuenta con el 10% de las especies de la flora y la fauna mundial, el 20% de las especies de aves, un 25% de las especies de primates de América tropical y más de 56.000 especies registradas de plantas floridas, incluido el 15% del total de especies de orquídeas mundiales. El país ocupa además, el primer lugar del mundo en la cantidad de especies de aves y anfibios y el segundo en plantas vasculares (WWF, 2006).



Fuente: www.maps.lohallas.com; www.wikimedia.org

Figura 35. Ubicación geográfica y de las regiones naturales de Colombia

La diversidad cultural y étnica de Colombia también es excepcional; la UNESCO ha declarado a cinco lugares del país como patrimonio histórico y cultural de la humanidad. Ochenta y cuatro grupos indígenas reconocidos por el gobierno suman 800.000 habitantes (2% de la población nacional). Estos grupos viven en 1.500 comunidades y se encuentran localizados en 27 de los 32 departamentos³⁹ que conforman la unidad político administrativa del país (Banco Mundial, 2007).

Los recursos naturales y el bienestar humano del país están altamente amenazados por el deterioro causado por las actividades económicas de producción de bienes y servicios, como lo revelan investigaciones de las principales instituciones académicas y de control ambiental del país como el Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM (IDEAM, 2004; IDEAM, 2007), la Contraloría General de la Nación (CGR,

³⁹ Departamento es la unidad política administrativa de la nación Colombiana, que tiene un régimen político tipo República. El país se divide en Departamentos (32 en Total) y estos en Municipios (1089 en total, los municipios se homologan a ciudades). Los departamentos se homologan a las comunidades autónomas de España o los estados de países de Gobierno Federal, como Estados Unidos, Méjico o Brasil.

2005; CGR 2006, CGR, 2008), el Banco Mundial (Banco Mundial, 2007) y el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt (2008).

En Colombia los efectos negativos en la salud, relacionados con la degradación ambiental, son superiores a los de otros países de ingresos similares. Estudios llevados a cabo en varios países de ingresos calificados como bajos y medios en África septentrional y el Medio Oriente indican que, en la mayoría de los casos, el valor monetario, la morbilidad y mortalidad continúa estando por debajo del 2.0% del Producto Interno Bruto (PIB), mientras que en Colombia estos costos son aproximadamente el 2.8% del PIB (Banco Mundial, 2007).

A continuación se recoge de manera detallada el análisis del estado del ambiente Colombiano se recoge a continuación (IDEAM, 2004):

A1.2 CLIMA

Para el análisis del estado del clima se tienen en cuenta la precipitación y la temperatura. La tendencia en el comportamiento es hacia el cambio en los indicadores promedios de anomalía⁴⁰ con impactos negativos en la producción primaria, la cobertura vegetal, el hábitat de la fauna, la vulnerabilidad para desastres y la morbilidad.

A1.2.1 Precipitación

La precipitación es el agua procedente de la atmósfera y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra (DRAE, 2003). El agua es importante desde el punto de vista ecológico y fisiológico; Ésto se refleja en que la distribución de la vegetación en la superficie de la tierra está más controlada por la disponibilidad de agua que por cualquier otro factor aislado. La importancia ecológica del agua se debe a su función, ya que todo proceso vegetal está directa o indirectamente afectado por ella (Perez et al, 2004).

⁴⁰ En climatología se utilizan los valores promedios para definir y comparar el clima. El término anomalía climática es usado para describir la desviación del clima desde el punto de vista estadístico, es decir, la diferencia entre el valor del elemento climático en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo un mes, con respecto al valor medio histórico o norma de la variable climática correspondiente, durante el mismo lapso, en un lugar dado. Los indicadores que se analizan son la precipitación y la temperatura por la influencia que tienen en los ecosistemas, los datos provienen de las estaciones meteorológicas oficiales administradas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia IDEAM, ubicadas en las regiones naturales del País (www.ideam.gov.co)

Los cambios en la precipitación influyen directamente en la producción de alimentos, a través de pérdidas directas o indirectas y pérdidas de vidas humanas por inundaciones y deslizamientos. Las primeras causan reducción en las cosechas, deterioro en los pastos, bajo rendimiento, muerte de animales domésticos, rebajas en la producción de la energía eléctrica, además de afectar el transporte y el mercadeo de productos. Entre las pérdidas indirectas, pueden incluirse cultivos no sembrados, animales no concebidos, abono extra o cambios de uso del suelo, así como incendios forestales (DGPAD, 2007).

Con base en el indicador de anomalía de precipitación⁴¹, la precipitación con respecto a los promedios históricos, presentaron el siguiente comportamiento:

- **Región Caribe.** Ligeramente deficitaria en la mayor parte de los departamentos, con algunos pequeños núcleos de excesos localizados en los departamentos de la Guajira, Córdoba y Bolívar y dos áreas de deficiencias destacadas, registradas al norte del departamento del Cesar y un sector del departamento del Magdalena.
- **Región Andina.** Se presentaron lluvias entre normales y ligeramente deficitarias en casi todo el territorio con un núcleo de excesos en el suroriente del departamento de Cundinamarca y el centro de los departamentos de Santander y Boyacá.
- **Región Pacífica, Orinoquia y Amazonia.** La mayor parte de estas regiones no registraron anomalías significativas de la lluvia, con respecto a los promedios

De acuerdo con el comportamiento de la precipitación, se ha identificado una tendencia a la disminución en la región Caribe, en la parte sur de la región Andina; por otro lado se ha detectado un incremento en región Andina, y en menor grado hacia los piedemontes de la región Amazónica, y Orinoquia.

Los cambios en el régimen de lluvias y la disminución de la regulación hídrica de las cuencas hidrográficas, han contribuido a la ocurrencia del 60% del total de desastres naturales en el periodo 1993-2003. Se calcula que por desastres naturales, entre 1999 y 2003, perdieron la vida 142 personas/año y que de alguna manera resultaron afectadas 533.000 personas/año y 18.000 viviendas/año (Banco Mundial, 2007).

⁴¹ Indicador: Anomalía de precipitación. Fórmula del Indicador: Para un mes en particular se calcula el índice (IP) de acuerdo con la siguiente expresión: $IP_{ij} = P_{ij} \times 100 / P_j$, donde, IP_{ij} = índice de precipitación del mes j del año i; P_{ij} = precipitación mensual del mes j del año i; P_j = promedio multianual de la precipitación del mes j. Este análisis se hizo para el año 2002 comparándolo con el promedio histórico de los últimos 30 años.

A1.2.2 Temperatura

Los cambios en la composición de la atmósfera están propiciando un cambio climático global que se ha puesto de manifiesto principalmente en el aumento de la temperatura media anual del aire entre 0,6 +/- 0,2 °C durante los últimos 100 años y cambios variados en la precipitación. Los efectos de este cambio están afectando el territorio colombiano donde se han identificado tendencias de largo plazo de la temperatura del aire (entre 0,1 y 0,3 °C por decenio) y de la precipitación anual (entre - 4% y + 6% del promedio anual por decenio), retroceso de los glaciares y aumento del nivel del mar en las dos costas (40 y 60 cm para el mar Caribe y el Océano Pacífico respectivamente).

Los mayores impactos del cambio en la temperatura se podrían generar en las poblaciones que habitan las zonas costeras, en la disponibilidad de los recursos hídricos, en la agricultura, en la salud humana y en los ecosistemas, en particular los de alta montaña. La magnitud del impacto depende del grado de vulnerabilidad de los ecosistemas y del sistema socioeconómico nacional (IDEAM, 2002).

En base al indicador de anomalía de temperatura⁴², el comportamiento de la temperatura promedio en el país⁴³ presentó valores ligeramente superiores en el año 2002, manteniendo la misma tendencia de aumento de temperatura del aire calculada para el periodo 1961-1990 en 0.36 °C. En febrero las anomalías positivas registradas, cercanas al medio grado Celsius, se localizaron en casi la totalidad de la región de Orinoquia y la Amazonia y algunos sectores del sur de la región Andina y sur y centro de la región Pacífica. En marcado contraste con esta situación, las anomalías del mes de mayo se localizaron en la parte occidental del país, destacándose un núcleo de excedencia localizado en la región Caribe, donde las anomalías alcanzaron entre 1,5 y 2,0°C. Una situación similar, muy localizada y de menor extensión, se presentó en esta área para los meses enero y marzo. En junio, las temperaturas fueron un poco más frías que las habituales en la región de la Amazonia.

Durante el segundo semestre se observó una generalización de las anomalías positivas observadas en el semestre anterior. En los meses de julio y agosto la temperatura

⁴² Indicador: Anomalía de temperatura. Fórmula del Indicador: las anomalías, expresadas en grados y décimos de la escala Celsius, corresponden a la diferencia entre la temperatura del aire en un determinado mes y el valor promedio multianual o normal climatológico.

⁴³ La temperatura promedio de Colombia Varía entre 12 °C y 30 °C, teniendo en cuenta que el país tiene zonas en la cordillera de los Andes con temperaturas bajas, no obstante la mayor parte del territorio posee temperaturas cálidas.

del aire fue superior a lo normal, entre 1,0 y 2,0°C en la región Caribe. En los meses restantes, esta misma área tuvo anomalías que en su mayoría no superaron los 0,5°C. En octubre y diciembre, las anomalías positivas de carácter ligero se extendieron a casi todo el país, con excepción de sectores de la región Caribe, Andina y Orinoquia las anomalías fueron mayores, oscilaron entre 1,5 y 2,0°C.

Las coberturas de nieve resultan ser el indicador más importante y más visible del cambio climático. Durante el período 1994-2001 la tasa de decrecimiento en su cobertura fue de 5,05% al año.

A1.3 CALIDAD DEL AIRE

Teniendo en cuenta que los contaminantes atmosféricos que presentan una mayor concentración en el país, son las Partículas Suspendidas Totales (PST) y las Partículas Menores a 10 micras (PM₁₀), la calidad del aire se analiza con el comportamiento de estos compuestos.

En relación a las concentraciones anuales de PST a nivel nacional, en el periodo 2001-2006 se puede observar que dichas concentraciones han aumentado desde el 2001, dado que para ese año la concentración era de 81,77 µg/m³ y en el 2006 la concentración fue de 86,19 µg/m³, lo que representa un incremento del 5,1%. Estos resultados se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles para Colombia: 100 µg/m³ (Resolución 601 de 2006)⁴⁴, pero por encima de los límites máximos permisibles teniendo en cuenta otros referentes de Calidad de Aire como el utilizado por la República de Méjico: 75 µg/m³ (NOM-024-SSA1-1993).

Las concentraciones de PM₁₀ a nivel nacional en el periodo 2001-2006, han disminuido en un 11%, tomando como base la concentración promedio anual registrada en 2001. A partir de este año, las concentraciones han pasado de 54,95 µg/m³ a 48,85 µg/m³ y aunque cumplen con los límites permisibles de acuerdo a la legislación Colombiana, 70 µg/m³, no cumplen los límites para la calidad del aire establecidos para Unión Europea, 40 µg/m³ (Directiva 2008/50/CE) y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, 20 µg/m³ (OMS, 2006).

⁴⁴ Los límites permisibles en Colombia para todos los contaminantes atmosféricos como PST son altos en relación a estándares latinoamericanos y Europeos que se encuentran ajustados a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

El costo anual promedio estimado de la contaminación del aire asciende a 1500 miles de millones de pesos Colombianos, equivalentes a € 491.159.136. El 65% de este costo está relacionado con la mortalidad y el 35% con la morbilidad (Banco Mundial, 2007).

Frente a la calidad de la atmósfera, preocupa a la CGR que el país no cuente con estrategias coordinadas y eficientes para prevenir y controlar la contaminación del aire; las acciones locales y sectoriales se han desarrollado de manera aislada, no han sido evaluadas, sus logros no están documentados y sus beneficios son difícilmente comparables entre sí (CGR, 2008).

A1.4 CALIDAD DEL AGUA

Las aguas marinas y costeras en las regiones Caribe y Pacífico tienen niveles significativos de contaminación, específicamente en relación con procesos de eutrofización (exceso de nutrientes), contaminación por hidrocarburos del petróleo, plaguicidas, metales pesados y contaminación microbiológica.

En la región Caribe se han encontrado valores de contaminación orgánica para las aguas costeras que superan los límites permisibles, mientras que en la región del Pacífico el comportamiento de las variables fisicoquímicas y de nutrientes presentan valores fuera de los rangos normales, evidenciando fenómenos de eutrofización y fertilización del mar.

Con relación a las concentraciones de hidrocarburos del petróleo en la costa de la región Caribe, se encontraron niveles que superan ampliamente la norma internacional para aguas no contaminadas.

Los estudios realizados sobre contaminación microbiológica muestran que en la mayoría de playas turísticas de la región Caribe se sobrepasan los límites permisibles establecidos por la legislación colombiana para aguas de contacto primario, tanto en la época seca como en la de lluvias. En la región Pacífica, los niveles de contaminantes microbiológicos, al igual que en el Caribe, exceden los rangos normales. Estos resultados son consecuencia del vertimiento directo de aguas residuales urbanas en el sector costero, baja cobertura del sistema de alcantarillado, lixiviados de vertederos y pozos sépticos.

En cuanto a la existencia de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, en 2008 existían para el 20,4% del total de municipios del país, en las que se trataban cerca del 29% de los vertidos producidos por éstos (SSPD, 2008).

Con relación a la disponibilidad de agua potable, el índice de disponibilidad per cápita clasifica a Colombia, ya no como una de las potencias hídricas del mundo, sino como el país número 24 en una lista de 182 naciones. En la actualidad cada colombiano dispone de 40.000 m³ de agua al año, pero de no adoptar medidas para su conservación, esta situación generaría en el futuro una situación indeseable en el marco del desarrollo sostenible, agudizando la problemática del agua de tal forma que para el año 2020, cada colombiano dispondría de un volumen potencial de agua igual de 1.890 m³ al año, lo que equivale a una pérdida del 95.28%. Estas proyecciones muestran que en ausencia de tales medidas cerca del 70% de la población se encontraría en riesgo de un desabastecimiento severo (IDEAM, 2004).

El Consejo de Política Social de Colombia ha establecido que el costo promedio en salud pública debido a las inadecuadas condiciones de abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene asciende a 1,96 billones de Pesos Colombianos, equivalentes a € 650.082.919 (CONPES, 2005). De acuerdo con reportes del Ministerio de Protección Social entre los años 2006 y 2007, el aumento en las enfermedades diarreicas agudas por esta causa fue de 36% (CGR, 2008). En Colombia, aproximadamente el 7,3% de la mortalidad infantil (entre 140 y 1820 muertes al año) es atribuible a enfermedades diarreicas relacionados con la contaminación del agua (Banco Mundial, 2007).

Como resultado del deterioro de la calidad del agua y de las cuencas abastecedoras, la baja cobertura, capacidad y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua, así como de la falta de control, seguimiento y monitoreo de la calidad de agua, hay 17.736.687 Colombianos que no recibieron agua apta para consumo humano durante el primer trimestre del 2007 (Defensoría del Pueblo, 2007).

A1.5 ESTADO DEL SUELO

El 48% de la superficie continental del país es susceptible a la erosión, el 17% presenta algún grado de desertificación y el 5% presenta susceptibilidad a la salinización. El modelo general de estabilidad del terreno muestra que el 20,8% del territorio continental

presenta moderada, alta y muy alta susceptibilidad a presentar deslizamientos principalmente en la Región Andina.

La situación más grave de erosión se halla en las regiones del Caribe, Andina, y la Orinoquia, que son de las más pobladas y productivas del país. Los estudios de salinización disponibles señalan que los suelos de aproximadamente el 10% del territorio nacional cuentan actualmente con niveles de salinidad lo suficientemente elevados como para causar efectos adversos en la productividad de los cultivos y las tierras de pastoreo. Las áreas más problemáticas se encuentran básicamente en la región del Caribe (Banco Mundial, 2007).

Es importante destacar que dentro de las zonas secas y de las áreas en desertización, se concentran los principales distritos de riego y drenaje asociados a agricultura intensiva, la mayor parte de los asentamientos humanos del país, las cuencas que abastecen el 25% del volumen anual de agua de Colombia y los más importantes centros de explotación minera, así como los principales polos de desarrollo económico nacional, aspectos que generan impactos adversos sobre los suelos y tierras del país (IDEAM, 2004).

El promedio del costo anual estimado de la degradación del suelo es de 1440 mil millones de pesos Colombianos equivalentes a € 458.415.193, de los cuales la erosión constituye cerca del 60% y la salinidad de los suelos alrededor del 40%. Estos costos son mayores que los de otros países de ingresos similares. La magnitud de los daños causados por el aumento de la erosión y salinidad de los suelos en Colombia, comparada con un grupo de países de África septentrional y el Medio oriente, es apenas menor que la de Egipto y Siria (Banco Mundial, 2007).

A1.6 COBERTURA VEGETAL DEL TERRITORIO

Los bosques naturales ocupaban en 2001 un área de 55.612.875 ha, correspondiente al 48,78% del territorio nacional. Durante el período 1994-2001 los bosques naturales en Colombia disminuyeron a una tasa de 101.313 hectáreas/año (IDEAM, 2004).

La expansión de la frontera agrícola y pecuaria y la colonización contribuyeron en un 73% al grado de la deforestación en Colombia, trayendo como consecuencia alteraciones en el clima, los ciclos del agua, del carbono y el nitrógeno, aumento de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, deterioro de la biodiversidad y conflictos entre el uso

efectivo del suelo y su vocación natural. Por último, el cambio de cobertura natural reduce el área de las masas forestales, junto con la existencia de sus productos y el deterioro de la calidad de las áreas remanentes por los efectos de fragmentación (Instituto Humboldt, 2008; Groombridge y Jenkins 2002; White *et al.* 2002).

En los últimos 50 años la destrucción y el cambio de los ecosistemas han sido generados especialmente por procesos de ocupación humana (Márquez 2001). Estos procesos de ocupación del territorio y el cambio en las coberturas naturales generaron la ampliación de las áreas de deforestación con efectos notorios sobre el potencial estratégico de la biodiversidad. Actualmente el 42% de la explotación forestal del país es ilegal, el 50% de los suelos presentan algún grado de erosión y el 45% de los suelos se utilizan con fines distintos a su vocación (Rudas *et al.* 2007).

De manera similar, los sistemas agrícolas siguen en expansión. La región que presenta la mayor área y porcentaje de crecimiento es la Andina. Este crecimiento es especialmente alarmante por tratarse principalmente de pasturas ganaderas, en zonas frágiles y con suelos sensibles a usos inadecuados, afectando e impactando tanto los ecosistemas más pequeños y fragmentados, que contienen la mayor presencia de especies animales y vegetales en peligro y las cuencas hidrográficas abastecedoras de acueductos y con potencial hidro-energético (IDEAM, 2004).

A1.7 BIODIVERSIDAD

De los ecosistemas naturales existentes en el país, el 34,1% se encuentran transformados, siendo los ubicados en los orobiomas⁴⁵ Andinos y Caribe, los que presentan mayor nivel de fragmentación.

Se observan fuertes niveles de transformación en los ecosistemas marinos y costeros de la región Caribe, donde las áreas de coral vivo evidencian alto nivel de cambio.

⁴⁵ Orobioma: Zonas de vida definidas por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación de acuerdo a su incremento en altitud (Banco de la República de Colombia, 2007).

De la misma forma, los ecosistemas de manglar presentes en las costas del Mar Caribe y el Océano Pacífico y el territorio insular de San Andrés Islas, se encuentran en estado crítico al estar sometidos a una creciente presión por el desarrollo de la infraestructura vial, turística, urbana e industrial, además del aprovechamiento intensivo de los recursos microbiológicos y maderables. El resultado es una reducción significativa de su cobertura que se estima en la pérdida de aproximadamente 1.220 km² de manglares en un período de treinta años (1966-1997), es decir, a una tasa de aproximadamente 40,8 km²/año. Adicionalmente, es importante mencionar que la pérdida de manglar se encuentra directamente asociada con la disminución en la oferta ambiental de los bienes y servicios que proveen estos ecosistemas, a las comunidades locales, las ciudades costeras y el interior del país y se hace evidente a través de la disminución en la abundancia y diversidad de recursos pesqueros asociados a estos ecosistemas (IDEAM, 2004).

De acuerdo con los “Libros Rojos de Colombia” anualmente crece el número de especies en peligro de extinción, por ejemplo la región andina presenta altos registros de especies amenazadas: 2.073 especies de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y plantas con algún grado de amenaza, de las cuales 49 se encuentran en peligro crítico, 97 en peligro, 117 vulnerables y 56 casi amenazados, de los que, el 3,1% son peces, 7,7% anfibios, 5,5% reptiles, 8,1% aves y 9% mamíferos (Instituto Humboldt, 2007).

Una estrategia de protección de la biodiversidad es el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Sin embargo, la CGR destaca los problemas de representatividad del SINAP al señalar: “Desde el punto de vista de la representatividad de los ecosistemas, la extensión total de las áreas protegidas es insuficiente respecto de los criterios internacionales fijados en el IV Congreso Mundial sobre Parques Nacionales - celebrado en 1992- que recomendó la conservación, antes de 2004, de al menos el 10% de cada una de las principales regiones ecológicas de los países. Si el criterio fuera exclusivamente la extensión de las áreas del Sistema se requerirían todavía un poco más de un millón de hectáreas” (CGR, 2008).

**ANEXO 2: EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD
DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA
COLOMBIA**

Utilizando información oficial secundaria sobre el estado del ambiente en Colombia, se puede construir un referente general sobre la vulnerabilidad de los factores ambientales. Este sistema de ponderación es un ejemplo del uso de la metodología propuesta, y no pretende ser un sistema para uso general en Colombia. La información disponible actualmente permite trabajar a escala Municipal en algunos indicadores, Departamental, de las Corporaciones Autónomas y de las Regiones Naturales. Para casos particulares donde se requiera mayor detalle, exista información disponible o sea viable el levantamiento de la información detallada, se recomienda estimar la vulnerabilidad teniendo en cuenta el contexto local y utilizar indicadores confiables.

La estimación general de la Vulnerabilidad del ambiente en Colombia para ser usada en los procesos de EIA, surge como respuesta a la actual preocupación por revertir o controlar los procesos de deterioro ambiental y la necesidad de establecer sistemas de mediciones sobre la calidad, integridad y pérdida de función de los ecosistemas (Hunsaker y Carpenter 1990, Olsen 1992, PNUMA/ BM, 2004). La finalidad de este indicador es proveer información de manera oportuna, pertinente, completa y confiable que se traduzca en investigación detallada, planeación, formulación de políticas y toma de decisiones más objetivas y menos sesgadas (Chaves y Santamaría 2006, Tegler *et al.* 2001).

Por ese motivo el sistema de ponderación se constituye en la primera aproximación al estudio de la Vulnerabilidad regional de indicadores ambientales y su integración a los procesos de EIA en Colombia, propuesta que siguen otras instituciones como el IAvH en su investigación sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia (IAvH, 2008) y el MAVDT-DANE-PNUMA en la propuesta de construcción de indicadores de Seguimiento Ambiental para América Latina y el Caribe (MAVDT-DANE-PNUMA, 2007).

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Por ser una metodología en construcción, el número de factores ambientales que se analizan es moderado y corresponde a la información disponible en Colombia, pero integra todos los sistemas, situación que tiende a mejorar gracias al fortalecimiento del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), que el IDEAM y el MAVDT están gestionando y que actualmente se encuentra en versión digital en el sitio del IDEAM <http://www.ideam.gov.co/sistema/ingreso.htm>.

A continuación se recoge el cálculo desarrollado en esta memoria para la determinación de la vulnerabilidad de siete de los ocho factores considerados. En el cuarto capítulo se recoge la del factor aire, a modo de ejemplo en el apartado relativo a la cuantificación de la vulnerabilidad.

A2.1 VULNERABILIDAD DE LA FLORA Y FAUNA COLOMBIANA

La estimación de la vulnerabilidad para la Fauna y la Flora de Colombia, se hace en base al estudio sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007 del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 2008), institución oficial encargada de la investigación y promoción de la Conservación de la Biodiversidad en el país. En la actualidad, la conservación y uso sostenible de la biodiversidad constituye una prioridad mundial debido a las repercusiones que tiene su pérdida para la productividad y la capacidad de recuperación de los ecosistemas, así como para el sustento de los millones de personas que dependen de los mismos (UICN, 2006).

Aunque no existen inventarios biológicos detallados y completos para todo el país, sí se conoce que a nivel de especies, Colombia es considerado como el cuarto país en biodiversidad mundial, siendo por grupo taxonómico, el segundo en biodiversidad a nivel de plantas, primera en anfibios y aves, tercera en reptiles y quinto en mamíferos (Tabla 55). Un total de 3.357 especies de peces (Maldonado y Usma 2006), anfibios, reptiles, aves y mamíferos y cerca de 41.000 especies de plantas han sido registrados para Colombia. (www.siac.net.co).

Esta biodiversidad varía de acuerdo con las regiones naturales del país, siendo la andina la que presenta mayor diversidad en grupos como anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas, con un total de 29,4%, seguida de la Amazonia 15,7%, Pacífica 12,9%, Caribe, 9,7% y Orinoquia 9.2%. Para peces la región Amazónica presenta la mayor diversidad con un 49,7% de especies seguida de la Orinoquia con 45,6%, Andina 45,6%, Pacífica 12,1% y

**ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA
COLOMBIA**

Caribe 8,03%. En aves la región andina tiene una diversidad de 52.2% seguida de la región Caribe 50.9%, Amazónica 46,5%, Pacífica 44,5% y Orinoquia 34,5%.

En el caso de anfibios, la región andina tiene 53% de diversidad, seguida del Pacífico 27,3%, Amazonia 9,6%, Orinoquia 5,7% y Caribe 3.9%. En reptiles, el 52.9% está en los Andes, seguida de región Pacífica 40%, Amazónica 28%, Orinoquia 23% y Caribe 19%.

En el caso de mamíferos con 37.6% se encuentra la región Andina seguida del Pacífico 35.5%, Orinoquia 21,4%, Caribe 21,2% y Amazónica 18%.

Por último, en plantas, después de la región andina, el segundo lugar lo tiene la región Amazónica 13%, seguida del Pacífico 11%, Caribe 7.7% y Orinoquia 6.6% (IAvH, 2008).

Tabla 55. Número y porcentaje de Especies de Flora y Fauna en Colombia con respecto al nivel mundial

GRUPO TAXONÓMICO	TOTAL MUNDIAL	TOTAL COLOMBIA	% ESPECIES EN COLOMBIA
Plantas	270.000	41.000	6.58
Peces	25.000	3.400	7.15
Anfibios	4.950	698-733	6.92
Reptiles	7.400	524	14.4
Aves	9.950	1.865	5.34
Mamíferos	4.630	471	9.83
Total	321.930	48.080	14.00

Fuente: Chavez y Santamaría, 2006

En cuanto al total de número de especies endémicas⁴⁶, aunque no se tiene un estimativo total para el país, se considera que 32 especies de mamíferos, cerca de 400 de anfibios, 66 aves y una tercera parte de especies de plantas, son endémicas.

Las cifras de especies amenazadas, y de acuerdo con los libros rojos publicados en Colombia, corresponden a un total de 319 especies de vertebrados con algún grado de

⁴⁶ Las especies endémicas son aquellas que habitan exclusivamente un área determinada, son de vital importancia y vulnerabilidad por estar restringidas a un espacio determinado y ser fácil su extinción por destrucción del hábitat o cacería furtiva.

amenaza de las cuales 49 se encuentran en peligro crítico, 97 en peligro, 117 vulnerables y 56 en casi amenazado (Calderón *et al.*, 2002; Linares y Uribe, 2002; Castaño, 2002; Mojica *et al.*, 2002, Rengifo *et al.*, 2002; Rueda – Almonacid *et al.*, 2004; Calderón *et al.*, 2005; Rueda *et al.*, 2006; Betancourt, 2006; Cárdenas *et al.*, 2007).

En los últimos listados de amenaza se ha encontrado que la tendencia de pérdida de la biodiversidad ha estado aumentando y no disminuyendo poniéndonos en la actualidad frente a un período de extinción en masa con la cual se perdería buena parte de la megadiversidad del país (UICN 2006). Es por eso la imperiosa necesidad de crear iniciativas que involucren acciones de manejo e investigación que garanticen la conservación y permanencia de las especies, a largo plazo, que involucren no solamente la comunidad científica sino todos los sectores de la sociedad y en especial a los tomadores de decisión que ayuden a salvar la diversidad biológica (Calderón 2005).

Para la estimación del número de especies amenazadas, se ha identificado el índice de “Número de especies amenazadas”, el cual se mide por el número de especies amenazadas por categoría que se encuentre dentro de un área de interés. Se estima a partir de la sumatoria total de las especies por categoría reportadas en los Libros Rojos dentro de un área de interés.

La alta tasa de destrucción y alteración de la cobertura vegetal natural, asociada a la sobreexplotación de las poblaciones silvestres, el aprovechamiento ilegal de las mismas, la destrucción de la capa de ozono, el cambio climático provocado por contaminación ambiental y la introducción de las especies exóticas han conducido a que, un gran porcentaje de especies de flora y fauna tengan algún riesgo de desaparición y/o la afectación de manera significativa de sus poblaciones (Arriaga *et al.* 1998, 2000; Gutiérrez 2006).

A2.1.1 Número de especies amenazadas Nivel de Corporaciones Autónomas Regionales⁴⁷

Se estima que a nivel mundial, 16.119 especies se encuentran amenazadas de extinción por presión humana (UICN 2006). Colombia, al igual que en muchos países en el

⁴⁷ Las **Corporaciones Autónomas Regionales** en Colombia, son entidades públicas, con jurisdicción en regiones con características ecosistémicas comunes, encargadas por la Ley de administrar dentro del área de jurisdicción, el ambiente y propender por su desarrollo sostenible (IAvH, 2008).

mundo, no es ajena a este problema y en la actualidad decenas de especies no habitan en su territorio, mientras que otras se incluyen dentro de las listas de especies amenazadas del país. A pesar de contar con grandes vacíos de información sobre el estado en que se encuentran las especies en el país, se puede decir con certeza que una tercera parte de la flora colombiana y una amplia lista de especies de fauna podrían estar amenazadas (Calderón *et al.* 2005).

Para las autoridades ambientales territoriales se identificó que la CVC presenta el mayor número de especies amenazadas con 163 especies, seguida de la CAR (159), CORANTIOQUIA (148) y CRC (132). A nivel de grupo taxonómico para peces, CORPOCALDAS presenta el mayor número con 11 especies seguida de la CVC, CORTOLIMA y CARDER con 10 cada una y la CRC, CRQ y DAGMA con 9. En cuanto a anfibios CORPOCALDAS presenta 9 amenazadas seguida de CAR (8), CORNARE y CORANTIOQUIA (5) y CORTOLIMA, CARDER y CRQ con 3. Para reptiles CORTOLIMA y CORMACARENA presentan 2 especies, seguida de CORPOAMAZONIA, CORPORINOQUIA, CRC, CVS y CORPONOR con una cada entidad. En cuanto a aves la CAR tiene 70, seguida de CRC y CVC con 57, CORPONARIÑO y DAMA con 39 y CORTOLIMA con 35. Para mamíferos, 13 especies amenazadas se encuentran en CORANTIOQUIA, 11 en CRC y CVC y 10 en CORPONARIÑO y CORTOLIMA. Finalmente con plantas, CORANTIOQUIA con 13 especies es la de mayor número de especies amenazadas, seguida de CORPONOR 93, CVC 83 y CORPOBOYACÁ 83.

A2.1.2 Estimación de la Vulnerabilidad para la Biodiversidad de Fauna y Flora en Colombia

Con base en la propuesta del IAvH para estimar el estado de la Biodiversidad de especies en cuatro categorías teniendo en cuenta el número de especies amenazadas, se han elaborado las categorías de la Vulnerabilidad de la Fauna y la Flora (Tabla 56). Establecidas las categorías y el número de especies amenazadas en la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales, se califica la Vulnerabilidad de la Fauna y la Flora en el país (Tablas 57 y 58) (Figuras 36-47).

Tabla 56. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad de la Fauna y la Flora de Colombia

CATEGORIA DE ESPECIES AMENAZADAS	No ESPECIES AMENAZADAS	VULNERABILIDAD
BAJA-MEDIA BAJA	0-9	V_B
MEDIA	10- 44	V_{MB}
MEDIA ALTA	45-98	V_{MA}
ALTA	> 98	V_A

Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008

Tabla 57. Estimación de la Vulnerabilidad para la Diversidad de fauna por Corporaciones Autónomas

CORPORACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS	VULNERABILIDAD
AMVA	12	V_{MB}
CAM	41	V_{MB}
CAR	87	V_{MA}
CARDER	52	V_{MA}
CAS	28	V_{MB}
CDMB	11	V_{MB}
CODECHOCÓ	23	V_{MB}
CORANTIOQUIA	54	V_{MA}
CORMACARENA	15	V_{MB}
CORNARE	34	V_{MB}

Continúa en la siguiente Pagina

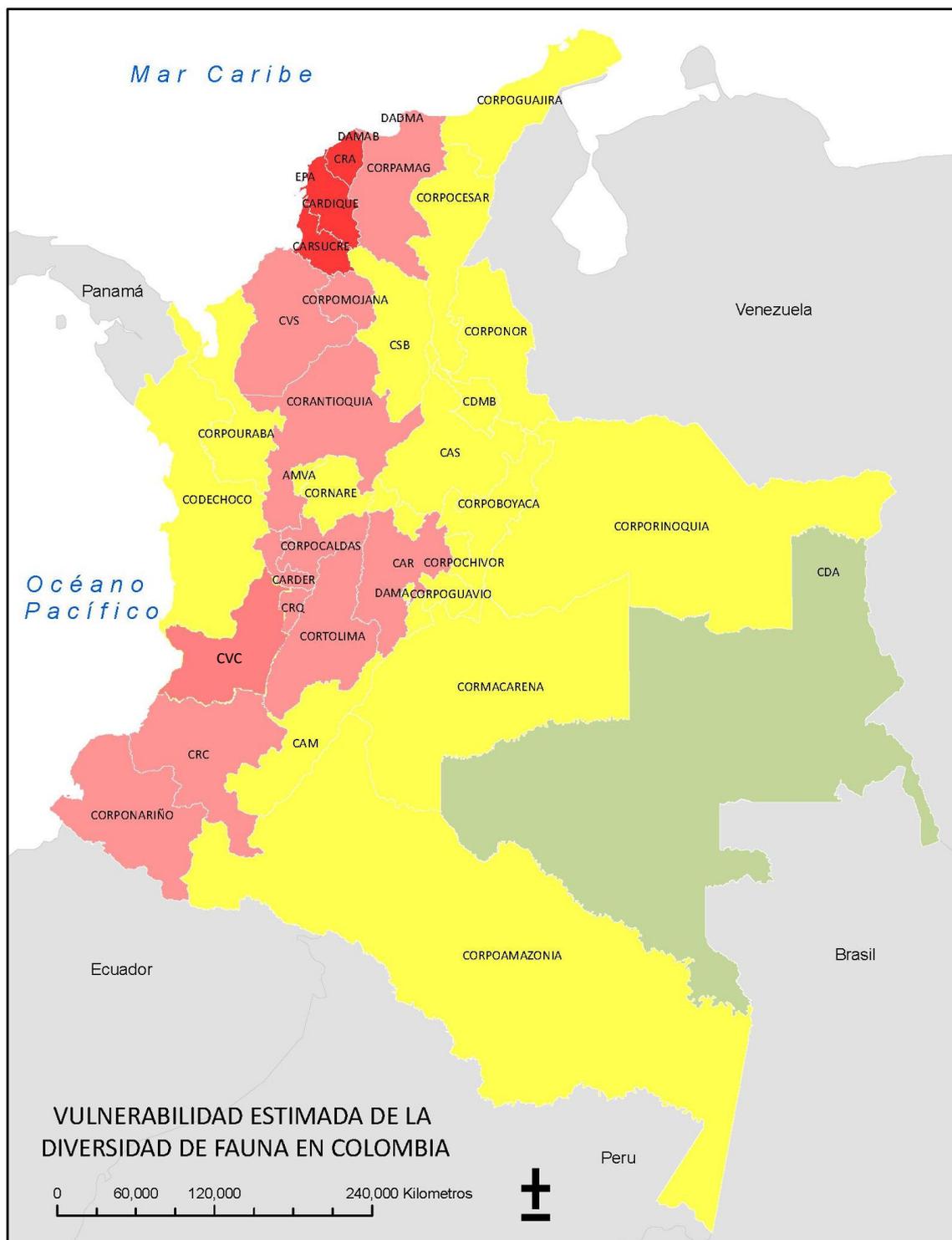
**ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA
COLOMBIA**

Continuación

CORPORACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS	VULNERABILIDAD
CORPOAMAZONIA	29	V_{MB}
CORPOBOYACÁ	43	V_{MB}
CORPOCALDAS	46	V_{MA}
CORPOCESAR	13	V_{MB}
CORPOCHIVOR	11	V_{MB}
CORPOGUAJIRA	14	V_{MB}
CORPOGUAVIO	27	V_{MB}
CORPONARIÑO	51	V_{MA}
CORPONOR	20	V_{MB}
CORPORINOQUIA	26	V_{MB}
CORPOURABÁ	21	V_{MB}
CORTOLIMA	60	V_{MA}
CRC	79	V_{MA}
CRQ	47	V_{MA}
CSB	13	V_{MB}
CVC	80	V_{MA}
CVS	12	V_{MB}
DAGMA	31	V_{MB}
DAMA	41	V_{MB}

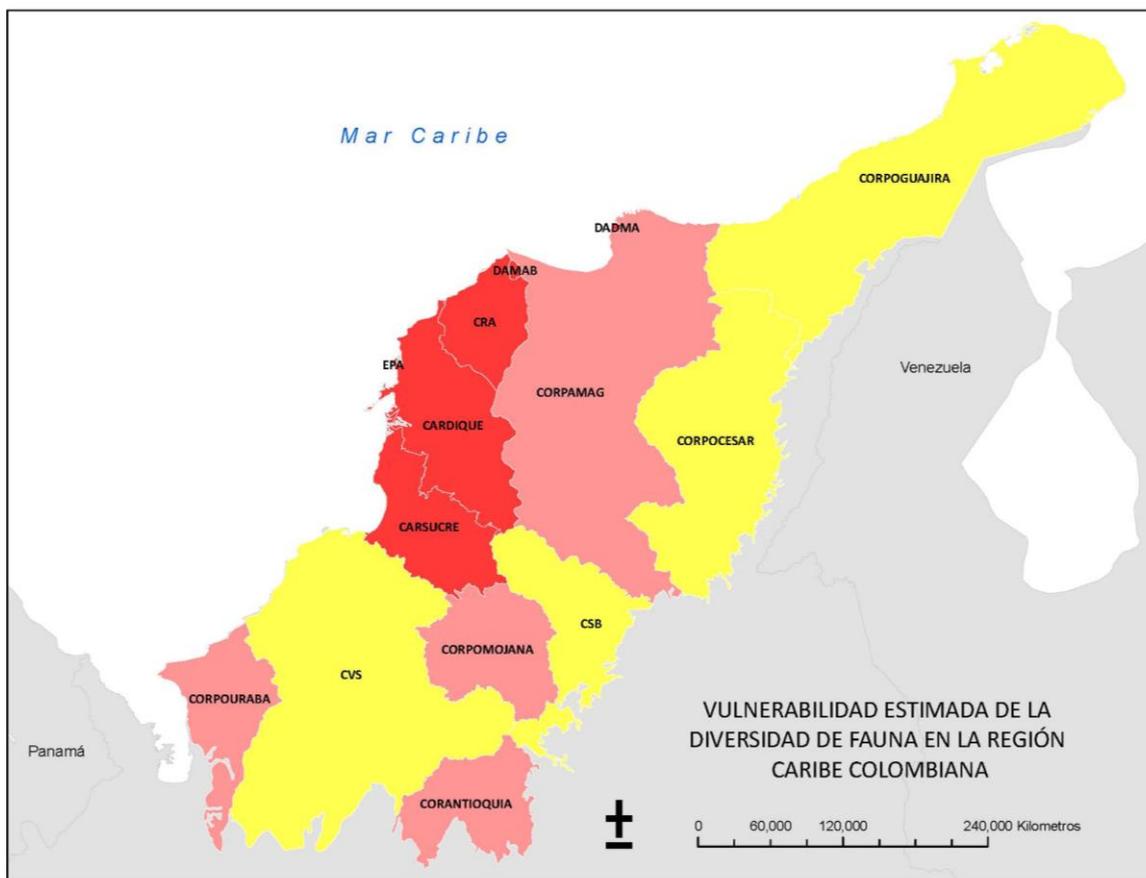
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



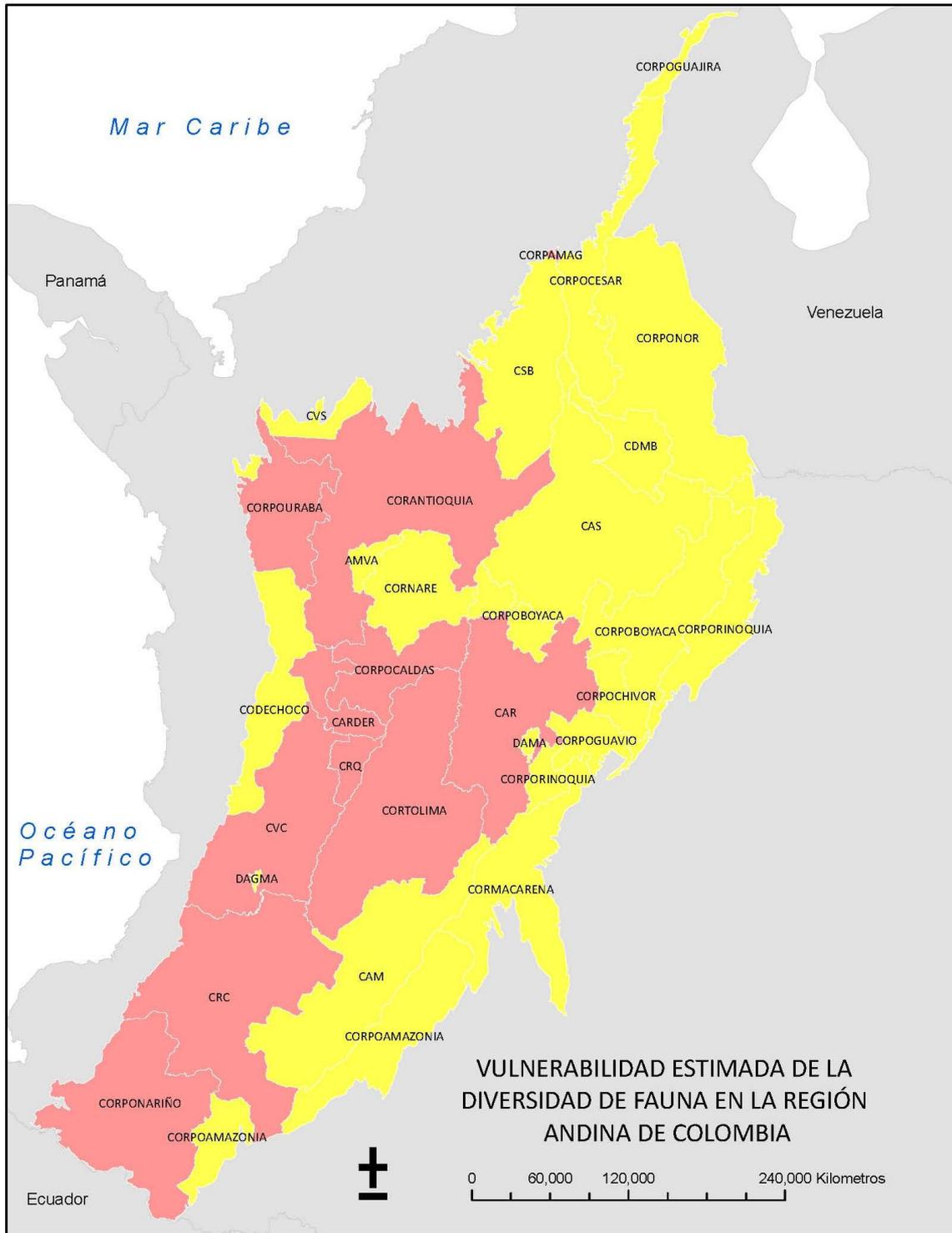
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 36. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en Colombia



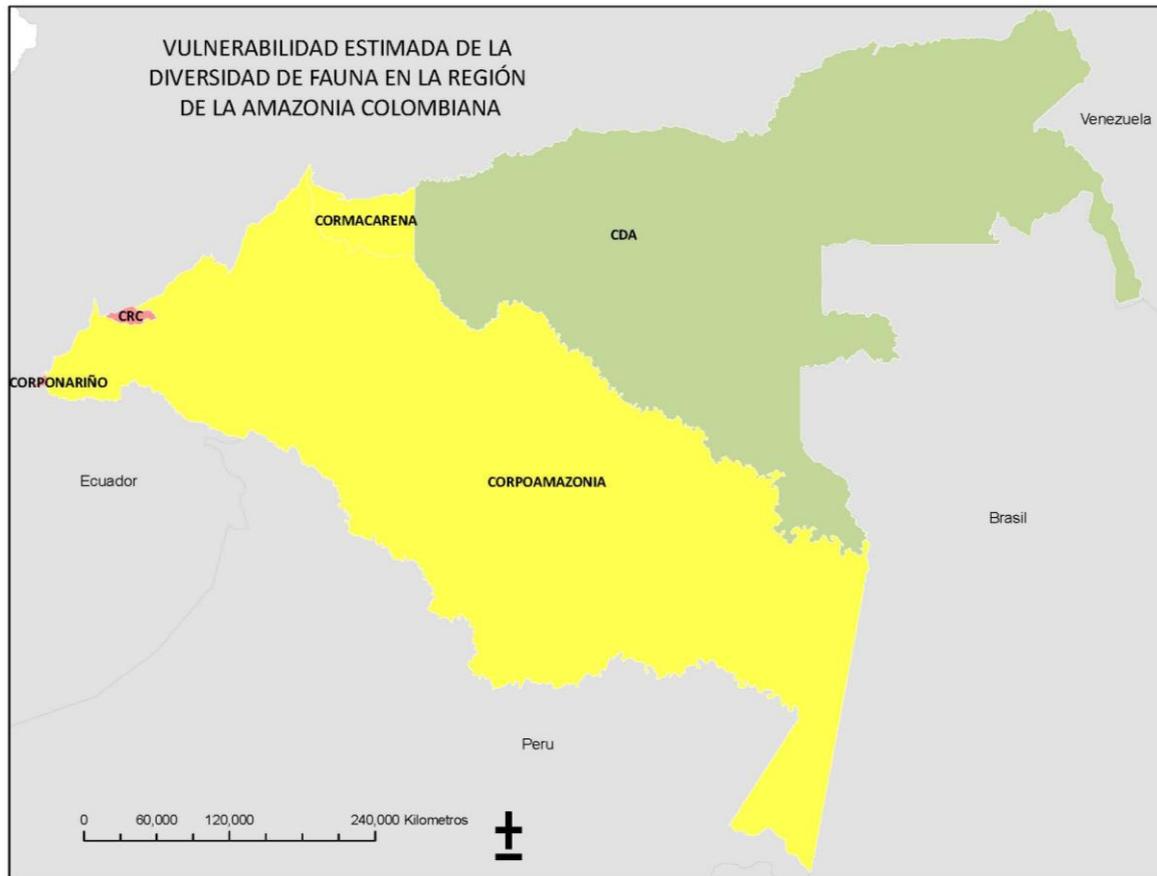
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 37. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región Caribe Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 38. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región Andina Colombiana



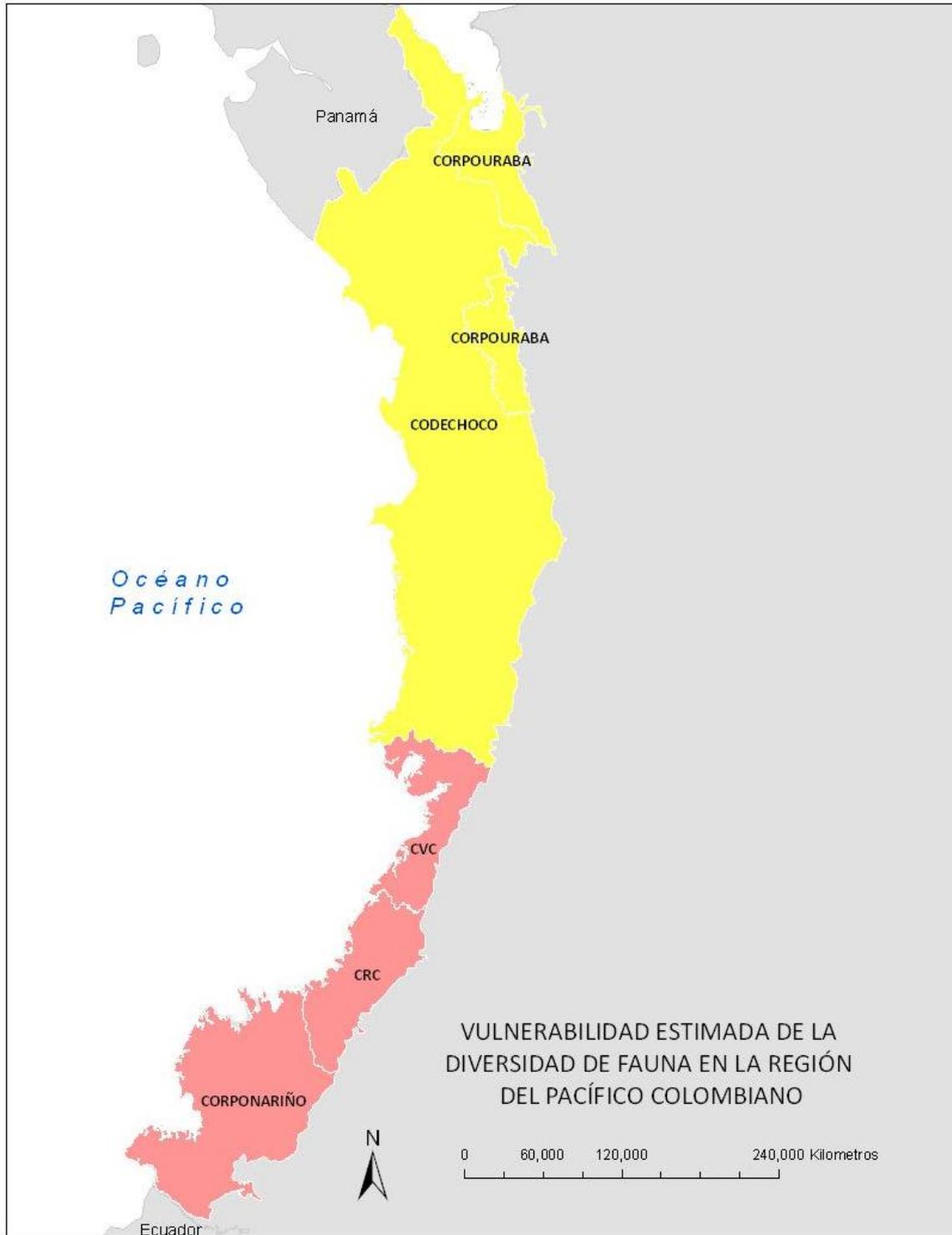
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 39. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región de la Amazonia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 40. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región de la Orinoquia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 41. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Fauna en la región del Pacífico Colombiana

Tabla 58. Estimación de la Vulnerabilidad para la Diversidad de Flora por Corporaciones Autónomas

CORPORACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES DE FLORA AMENAZADAS	VULNERABILIDAD
AMVA	32	V _{MB}
CAM	19	V _{MB}
CAR	72	V _{MA}
CARDER	34	V _{MB}
CAS	55	V _{MA}
CDMB	44	V _{MB}
CODECHOCÓ	33	V _{MB}
CORANTIOQUIA	94	V _{MA}
CORMACARENA	7	V _{MB}
CORNARE	67	V _{MA}
CORPOAMAZONIA	33	V _{MB}
CORPOBOYACÁ	83	V _{MA}
CORPOCALDAS	18	V _{MB}
CORPOCESAR	17	V _{MB}
CORPOCHIVOR	0	V _B
CORPOGUAJIRA	3	V _B
CORPOGUAVIO	13	V _{MB}
CORPONARIÑO	78	V _{MA}
CORPONOR	93	V _{MA}
CORPORINOQUIA	21	V _{MB}
CORPOURABÁ	67	V _{MA}

Continúa en la siguiente Pagina

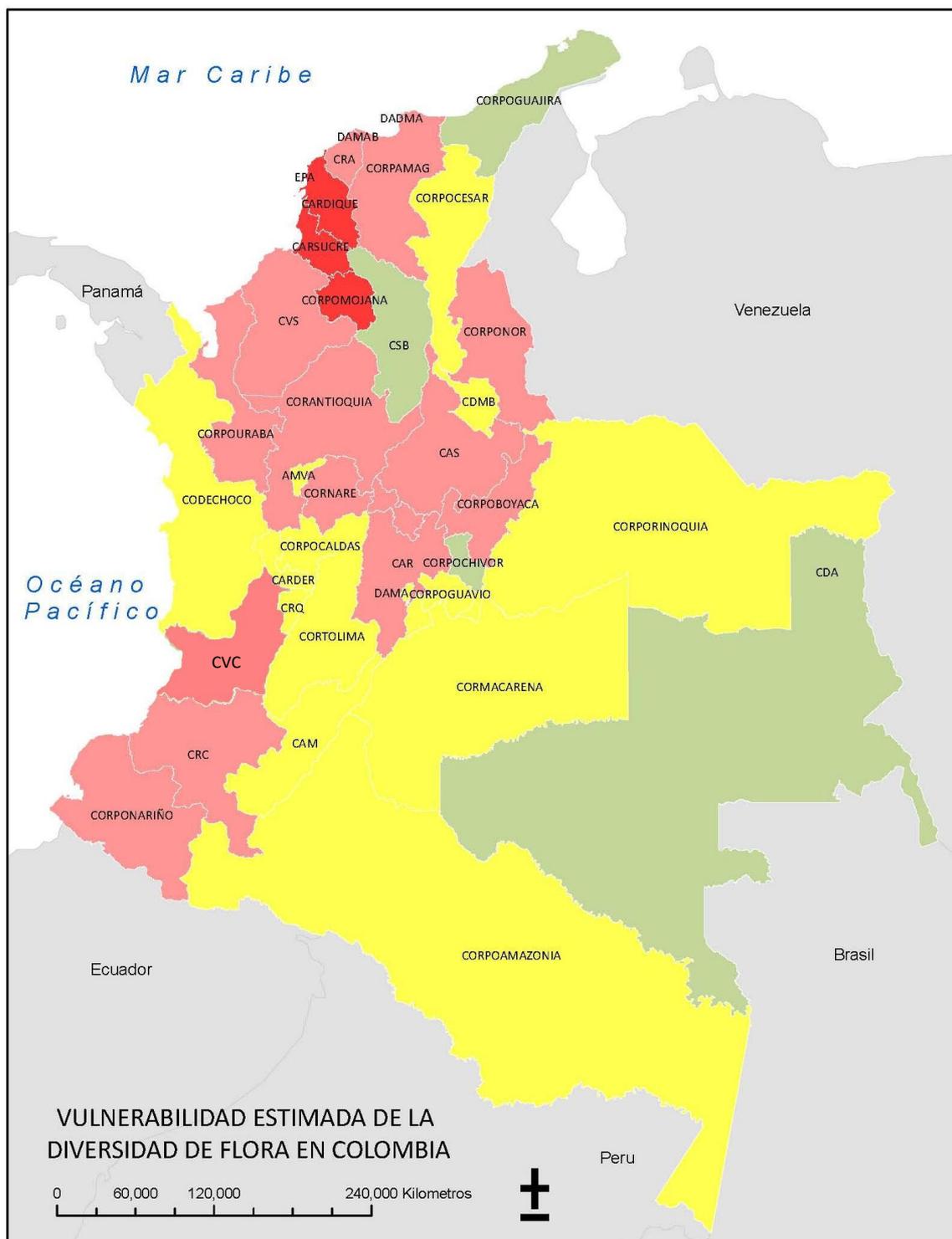
ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

CORPORACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES DE FLORA AMENAZADAS	VULNERABILIDAD
CORTOLIMA	27	V _{MB}
CRC	53	V _{MA}
CRQ	15	V _{MB}
CSB	3	V _B
CVC	83	V _{MA}
CVS	2	V _B
DAGMA	22	V _{MB}
DAMA	16	V _{MB}

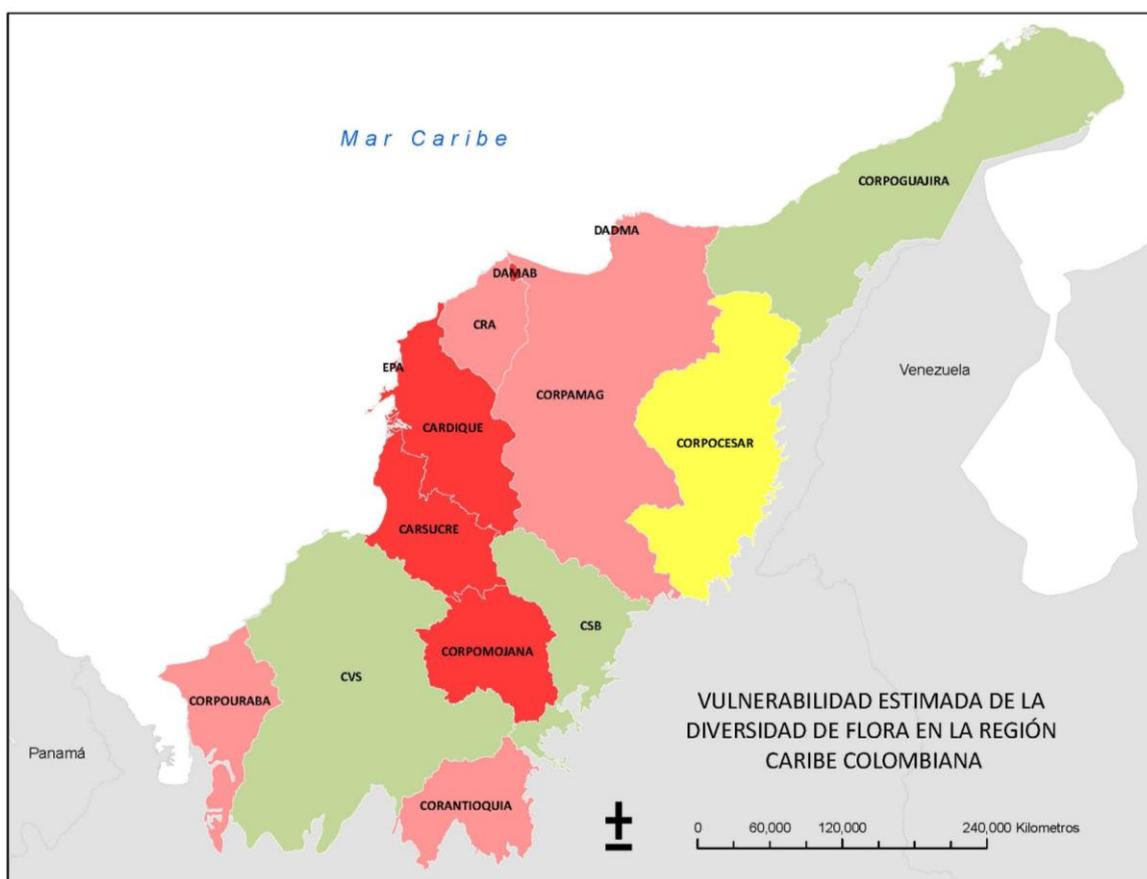
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; ; Márquez, 2005

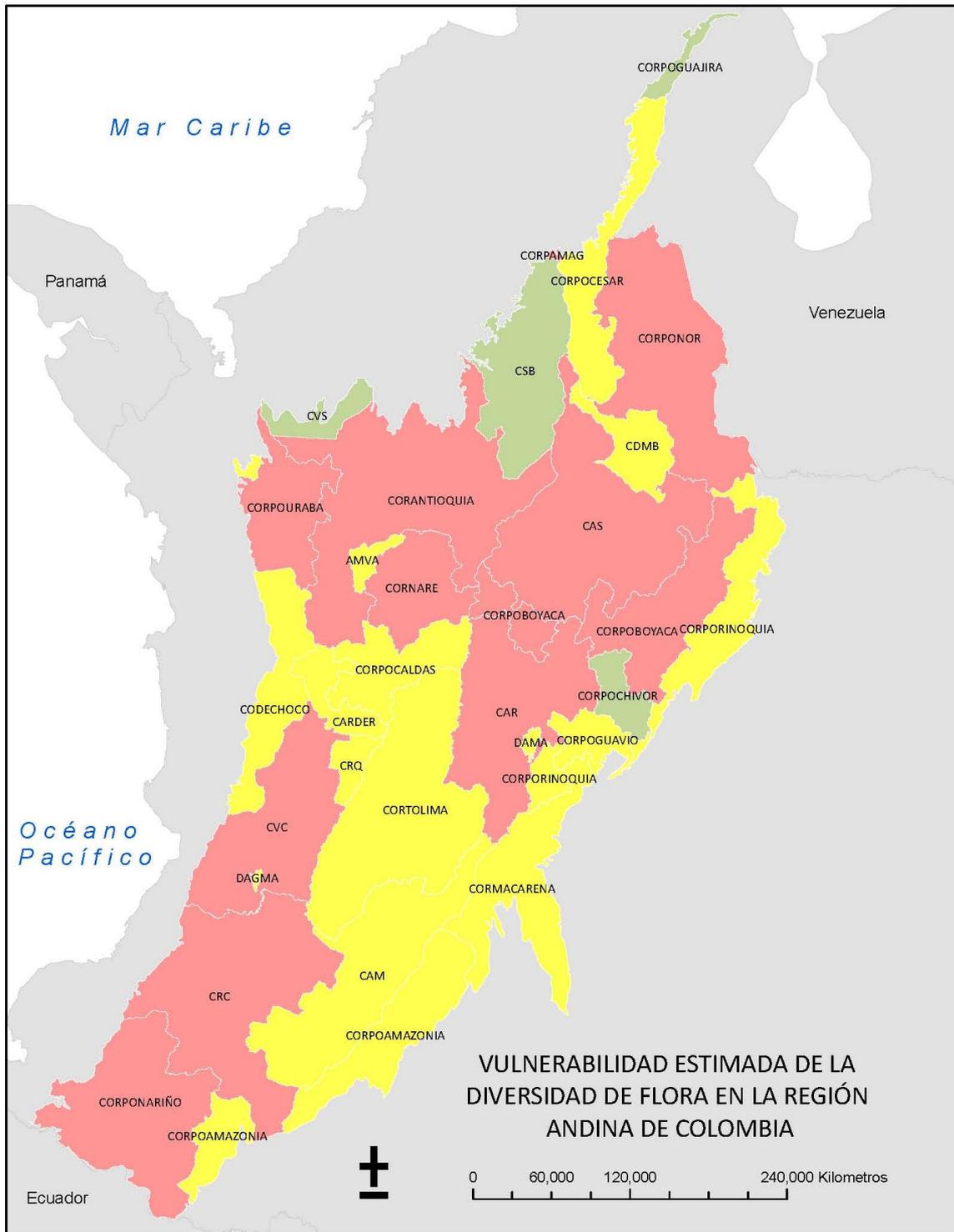
Figura 42. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en Colombia



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; ; Márquez, 2005

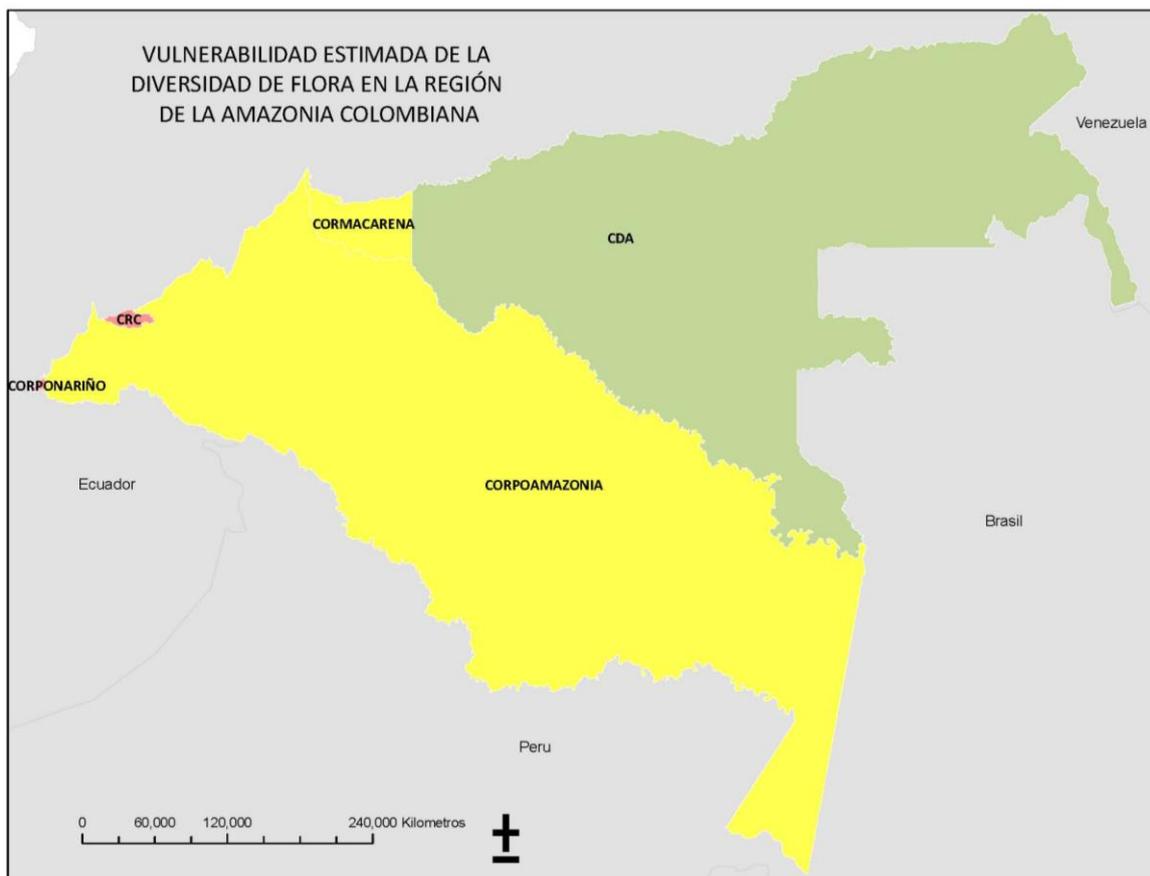
Figura 43. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región Caribe Colombiana

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 44. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región Andina Colombiana



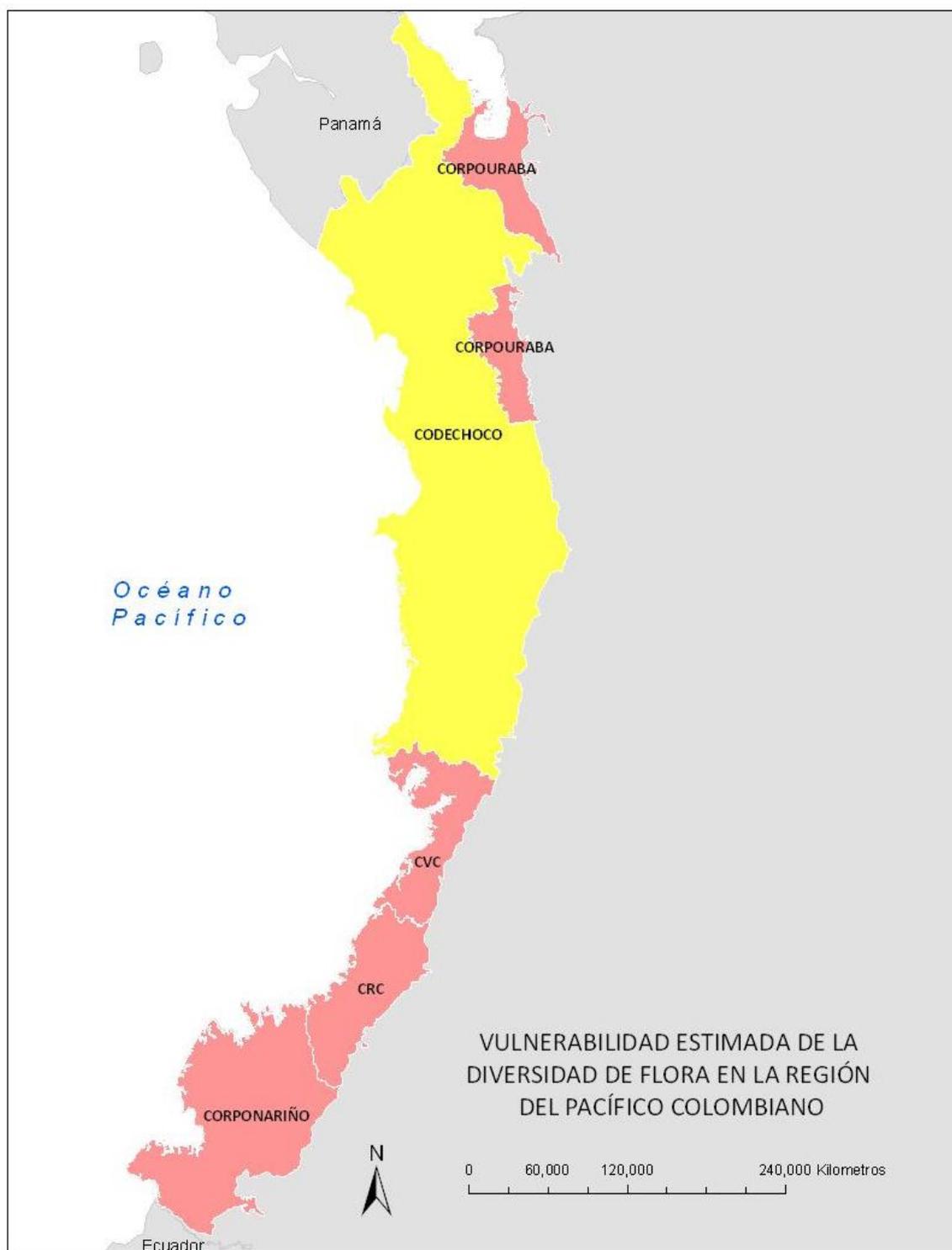
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 45. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región de la Amazonia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 46. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región de la Orinoquia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 47. Vulnerabilidad estimada de la Diversidad de Flora en la región del Pacífico Colombiano

A2.1.3 Estimación de Vulnerabilidad del hábitat de la Fauna

En La estimación de la vulnerabilidad del hábitat de la Fauna se tomó como referencia la cobertura vegetal natural y el cambio de la superficie de los ecosistemas. La comprensión de la dinámica de cambio de la superficie de ecosistemas naturales y principalmente su pérdida es imprescindible para la conservación y manejo de la biodiversidad.

Actualmente, los ecosistemas Colombianos enfrentan presiones es su conversión a otros tipos de uso tales como el establecimiento de pastoreo, de actividades agrícolas, la tala indiscriminada, la expansión urbana y la explotación minera, entre otras. Ésto trae como consecuencia la reducción de la masa forestal natural, lo que conlleva a la pérdida de biodiversidad, el deterioro de los suelos, la alteración del ciclo hidrológico y la baja calidad de las áreas remanentes, entre otras (SEMARNAT, 2005).

Con la creación del Indicador de Cambio de la Superficie de Ecosistemas naturales se aportan elementos técnicos para la identificación de áreas en transformación y deterioro de las coberturas naturales a lo largo del tiempo, para la estimación del grado de conservación de los ecosistemas para la definición de la cantidad de hábitat natural intacto y del patrón de conversión de los mismos (IDEAM *et al.* 2002). Este indicador mide la tasa promedio anual del cambio en la superficie de un ecosistema durante un intervalo de tiempo. Para su estimación se tuvo en cuenta la información elaborada por el IAvH, a partir de la interpretación de sensores remotos para tres periodos de tiempo (1985, 2000, 2005) a una escala de 1:250.000 (IAvH 2006, 2004).

Al realizar un análisis por unidad de cobertura se observo que Corporaciones Autónomas Regionales como la CDA y CORPOAMAZONIA presentan un 95,48% y 89,4%, respectivamente, de su área con bosques naturales, mientras que DADIMA, CRA, DAMA, CORPOCESAR, CORPOMOJANA, CAR, CARSUCRE, CORPOGUAJIRA y CARDIQUE presentan menos del 10% de su área con bosques naturales. Al analizar los humedales que agrupan las áreas con agua natural continental, higrófila, lagunas y manglares, se encuentra el mayor porcentaje en de cobertura en territorio de las corporaciones de la región Caribe y Pacífica como CORPOMOJANA, CSB, CORPOMAG, CARDIQUE, CRA, CORPOURABÁ y CODECHOCÓ, mientras que las de región Andina como CARDER, CORPONOR, CDMB, CVC, CAM son las que, a su vez, presentan el menor porcentaje. Con respecto a coberturas de páramos, únicamente 27 corporaciones tienen presencia de las mismas siendo el DAMA, CORPOBOYACÁ, CORPOGUAVIO, CORTOLIMA, CRC Y CARDER las que más lo

presentan mientras que CORPOAMAZONIA, CORNARE, CODECHOCÓ, CORPOURABÁ Y CORPORINOQUIA son la de menos porcentaje.

Otros tipos de coberturas naturales que involucran los herbazales, arbustales, afloramientos rocosos, zonas desnudas y glaciares son importantes en CORPOGUAJIRA, CORPORINOQUIA Y CORMACARENA, donde predominan formaciones de herbazales y arbustales xerofíticos y subxerofíticos y áreas en sabanas. Por último, en cuanto a ecosistemas transformados de cultivos permanentes o transitorios, pastos, áreas mayormente alteradas, áreas urbanas y vegetación secundaria, las autoridades ambientales territoriales urbanas son las que mayor porcentaje de transformación presentan, asociadas principalmente al crecimiento urbano de las grandes ciudades. En contraste las corporaciones de desarrollo sostenible, ubicadas en las regiones de la Amazonia, junto con CORPORINOQUIA son las que menos presentan áreas transformadas.

Con base en la propuesta del IAvH para estimar la cobertura vegetal natural y el cambio de la superficie de los ecosistemas, se elaboran las categorías de la Vulnerabilidad del hábitat de la Fauna Colombiana (Tabla 59), establecidas las categorías y el porcentaje de cobertura de vegetación natural y el cambio en la superficie de los ecosistema en la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales, se califica la Vulnerabilidad del hábitat de la Fauna en el país (Tabla 60), (Figuras 48-53).

Tabla 59. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad del hábitat de la Fauna de Colombia

COBERTURA VEGETAL NATURAL	VULNERABILIDAD
ALTA	V_B
MEDIA ALTA	V_{MB}
MEDIA	V_{MA}
MEDIA BAJA-BAJA	V_A

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Hábitat de fauna por Corporaciones Autónomas

CORPORACIÓN AUTONOMA	COBERTURA VEGETAL NATURAL	% BOSQUE NATURAL	% DE CAMBIO DE ECOSISTEMAS NATURALES PERIODO 1985-2005	VULNERABILIDAD
AMVA	BAJA	10.53	56	V_A
CAR	BAJA	10.68	35.3	V_A
CORPOBOYACÁ	MEDIA	34.83	23.6	V_{MA}
CARDER	MEDIA	39.07	22.6	V_{MA}
CDMB	MEDIA	28.65	24.4	V_{MA}
CORPOGUAJIRA	ALTA	75	67.4	V_B
CORNARE	MEDIA BAJA	16.49	32.8	V_A
CORPAMAG	MEDIA	29.73	No disponible	V_{MA}
CORPOCALDAS	MEDIA BAJA	15.95	No disponible	V_A
CORPONOR	MEDIA ALTA	43.74	28.5	V_A
CORTOLIMA	MEDIA BAJA	27.85	14.1	V_A
CRC	MADIA ALTA	53.7	11.3	V_{MB}
CVC	MEDIA ALTA	43.44	13.7	V_{MB}
DAGMA	BAJA	22.74	7.8	V_A
DAMAG	BAJA		No disponible	V_A
DAMA	MEDIA ALTA	43.28	32.1	V_{MB}
CAS	MEDIA	35.93	18.6	V_{MA}
CORANTIOQUIA	MEDIA	33.05	24.3	V_{MA}
CRQ	MEDIA	30.48	33.3	V_{MA}
CAM	MEDIA	31.2	8.5	V_{MA}

Continúa en la siguiente página

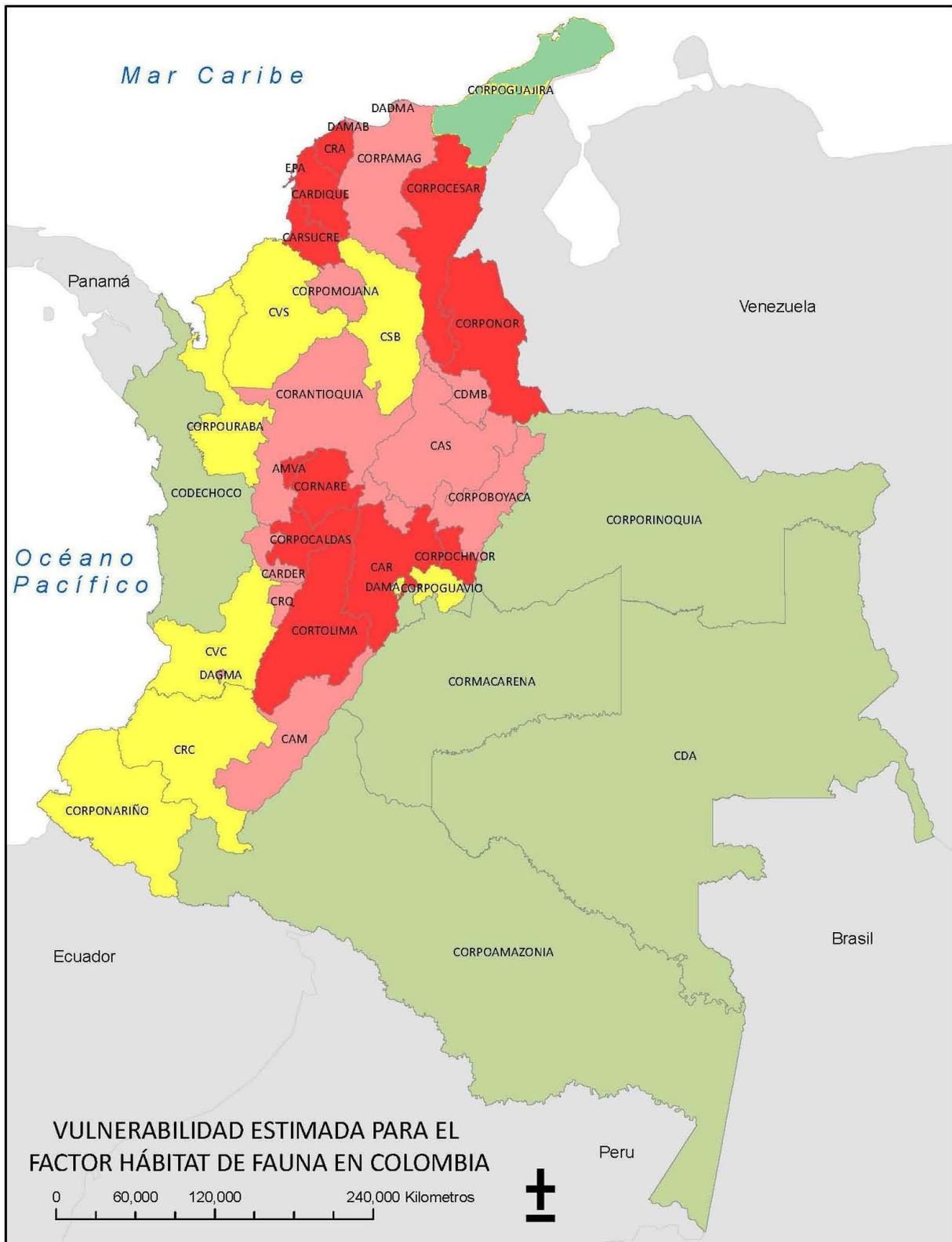
ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

CORPORACIÓN AUTÓNOMA	COBERTURA VEGETAL NATURAL	% BOSQUE NATURAL	% DE CAMBIO DE ECOSISTEMAS NATURALES PERIODO 1985-2005	VULNERABILIDAD
CORPOCESAR	BAJA	10.11	60.7	V_A
CORPOAMAZONIA	ALTA	91.85	8.0	V_B
CORPORINOQUIA	ALTA	83.45	16.5	V_B
CORMACARENA	ALTA	74.23	11.1	V_B
CDA	ALTA	98.9	No disponible	V_B
CARDIQUE	BAJA	24.48	No disponible	V_A
CARSUCRE	BAJA	11.79	No disponible	V_A
CORPOMOJANA ¹	MEDIA	40.4	No disponible	V_{MA}
CVS	MEDIA BAJA	21.72	5.4	V_A
CSB	MEDIA ALTA	58.75	14.3	V_{MB}
CORPOURABA	MEDIA ALTA	51.86	10.1	V_{MB}
CORPOCHOCO	ALTA	69.13	4.0	V_B
COPROCHIVOR	MEDIA BAJA	23.22	22.8	V_A
COPROGUAVIO	MEDIA ALTA	50.5	17.4	V_{MB}
CORPONARIÑO	MEDIA ALTA	58.61	10.6	V_{MB}

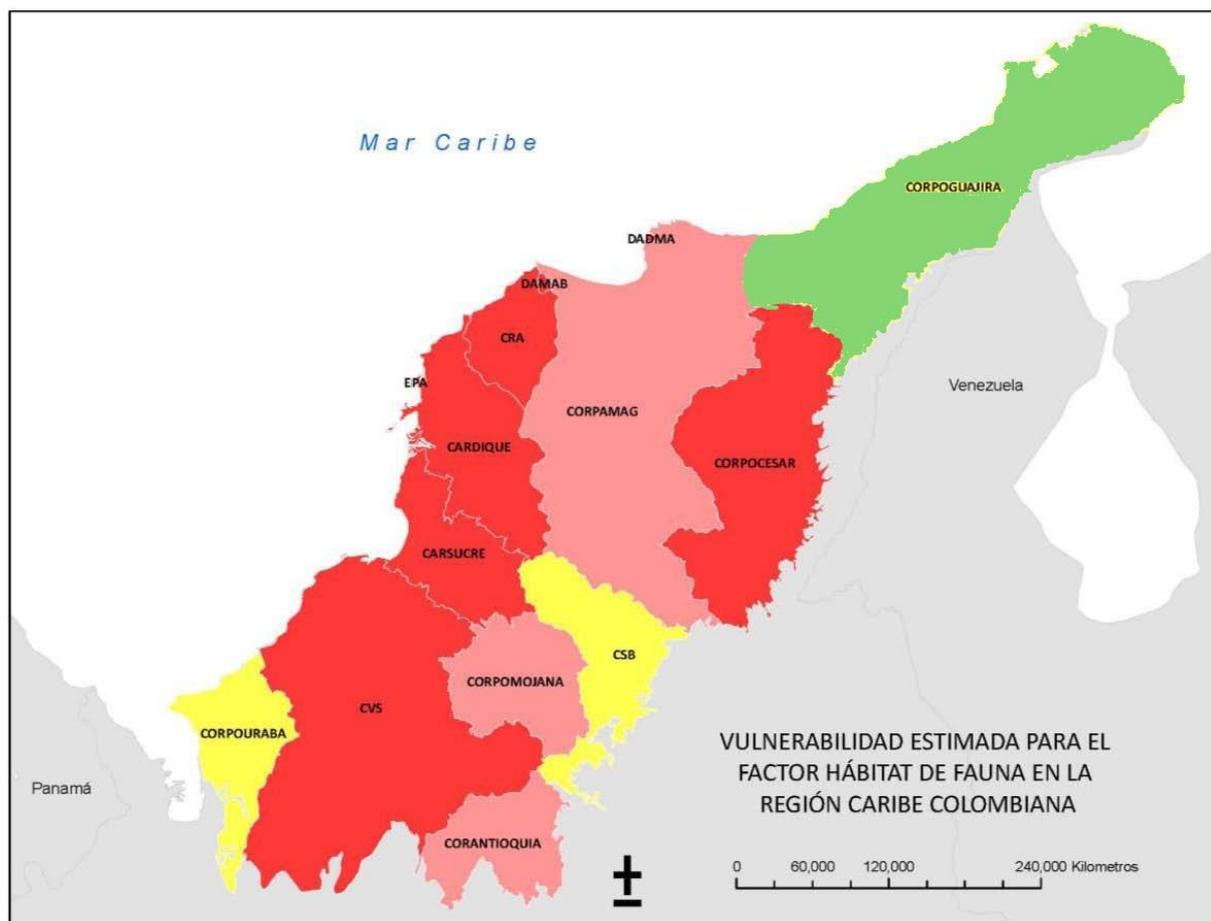
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



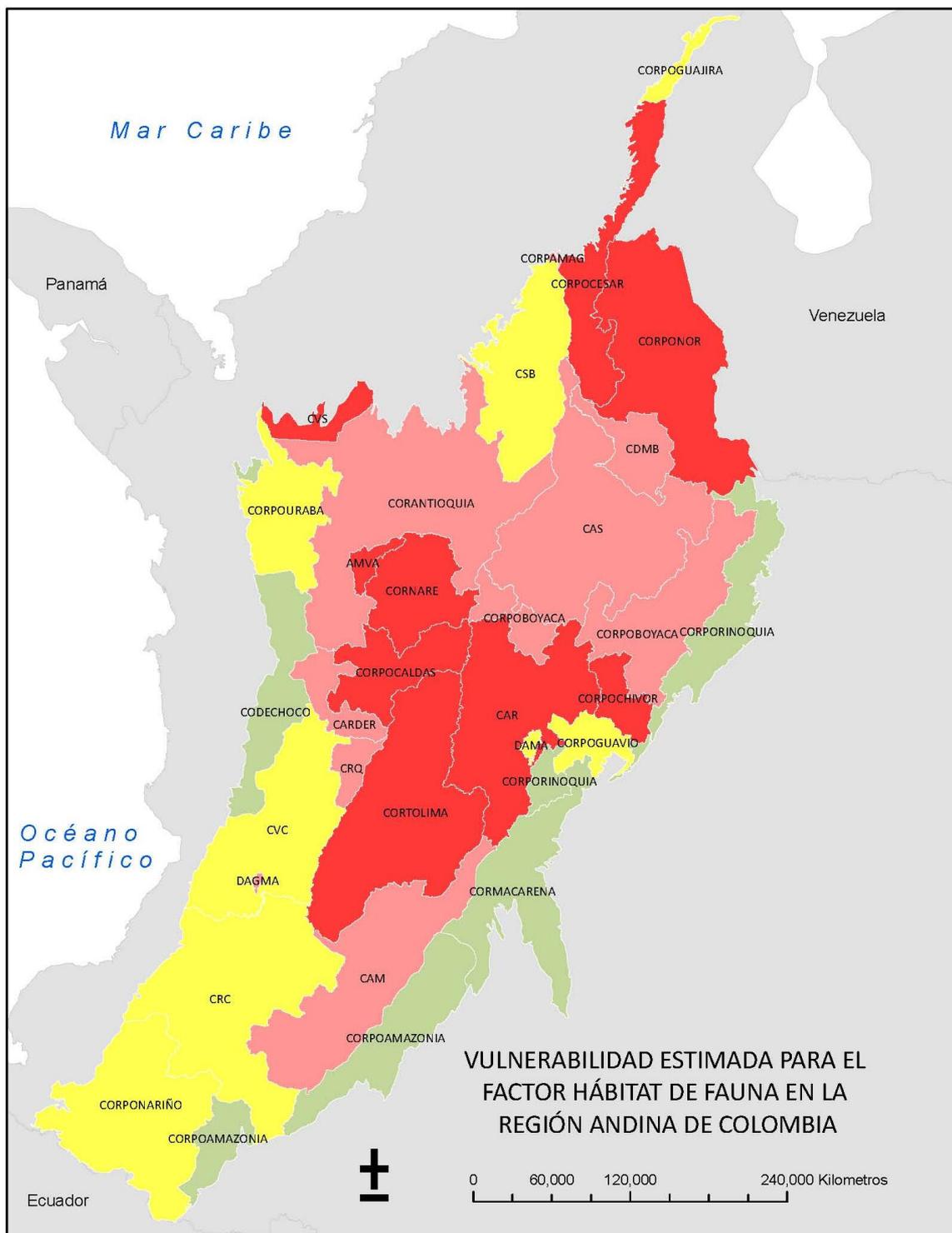
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 48. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en Colombia



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 49. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región del Caribe Colombiano



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 50. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región Andina Colombiana



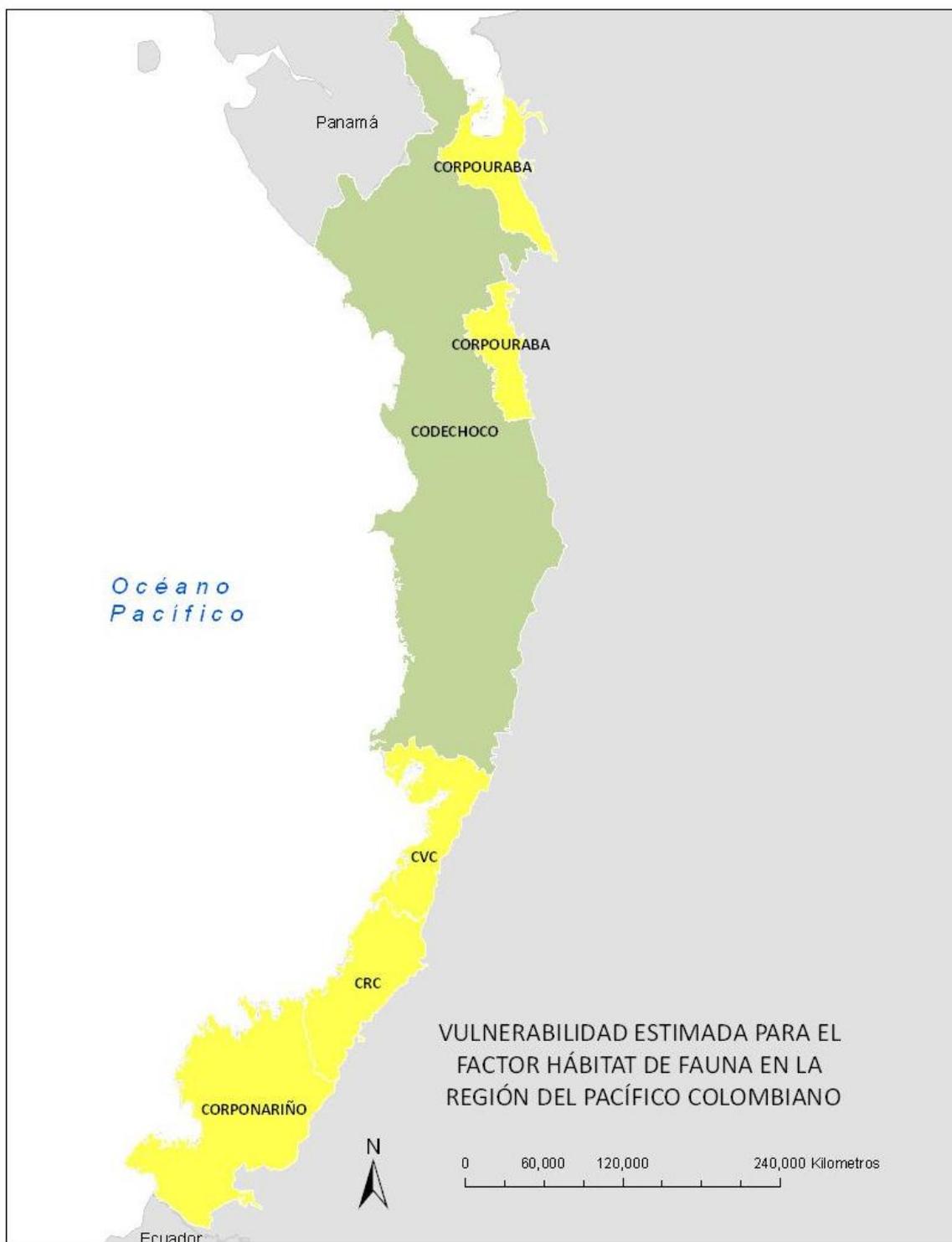
Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 51. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región de la Amazonia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 52. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región de la Orinoquia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 53. Vulnerabilidad estimada del Hábitat de Fauna en la Región del Pacífico Colombiano

A2.2 VULNERABILIDAD CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

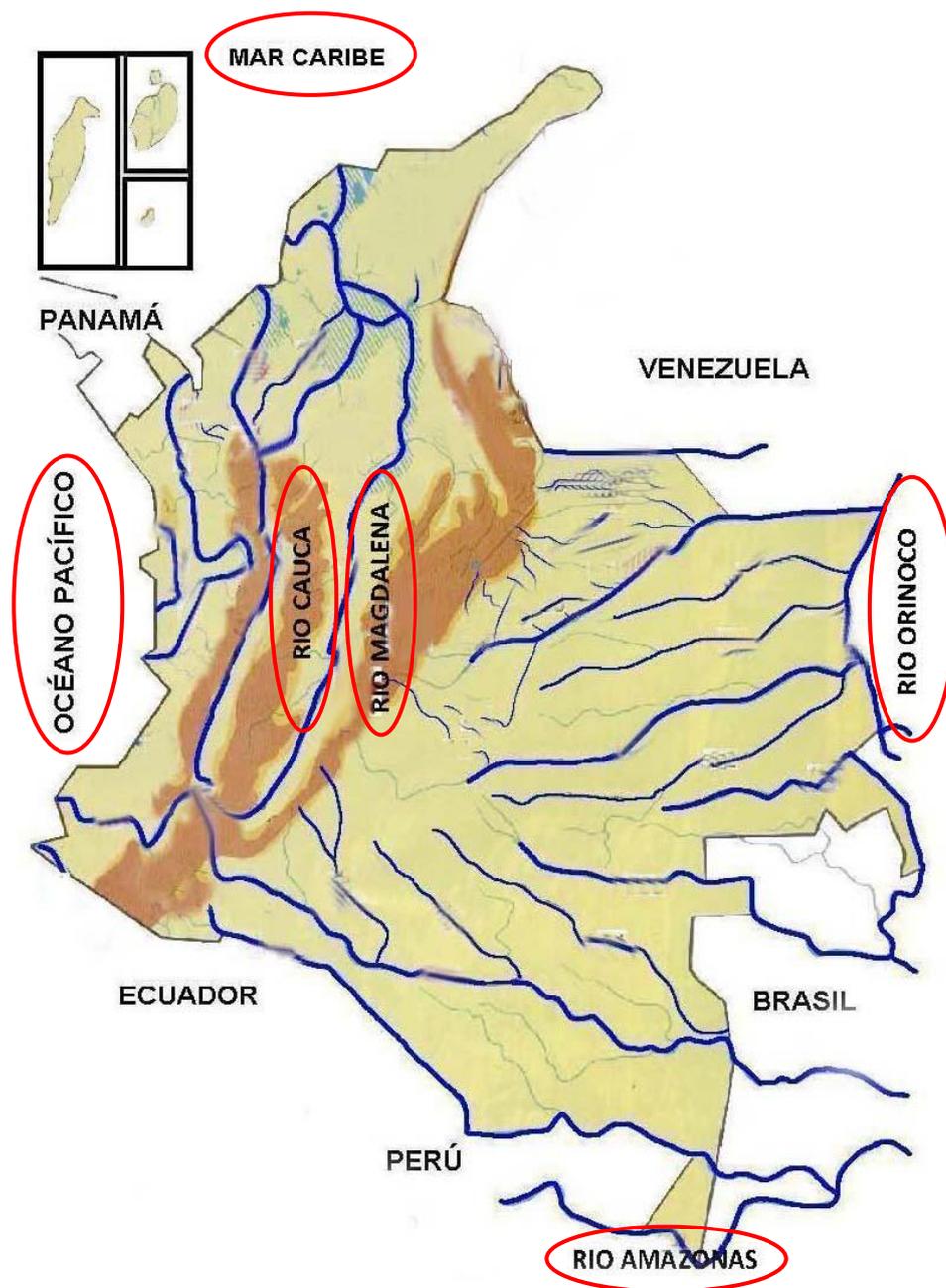
La Vulnerabilidad asociada a la Calidad del Agua superficial en Colombia, se estimó teniendo en cuenta los vertidos, sin tratamiento previo, de las aguas residuales a las fuentes de agua superficial en los municipios del país. La información se obtuvo del informe sobre servicios públicos de la Superintendencia de Servicios públicos de Colombia, entidad oficial encargada de la regulación y vigilancia de la prestación de los servicios públicos en el país (SSP, 2007).

En Colombia más del 80% de las aguas residuales son vertidas en los cuerpos de agua de las 39 cuencas hidrográficas del país, que drenan sus aguas finalmente en 5 grandes zonas hidrográficas (Figura 54), (IDEAM, 2004): i) Mar Caribe (Océano Atlántico), ii) Ríos Magdalena y Cauca (Estos ríos cruzan el País de Norte a Sur y desembocan en el Mar Caribe), iii) Río Orinoco, iv) Océano Pacífico, v) Río Amazonas. Las consecuencias de la disposición de aguas residuales domésticas o industriales, transportadas e incorporadas a los sistemas de alcantarillado de los municipios y grandes centros urbanos, no solo están asociadas a la salubridad pública sino que en la actualidad han comenzado a ejercer una gran presión sobre los aspectos ambientales, sociales, institucionales y económicos del país (SSP, 2007).

Del total de agua residual vertida, solo el 29% del volumen es tratado técnicamente para disminuir la carga contaminante. Esta situación ha generado un deterioro en la calidad de los ríos, en cuyas cuencas se concentra la mayor actividad social y económica del país y de las costas Caribe y Pacífica que poseen niveles significativos de contaminación, específicamente en relación con procesos de eutrofización, contaminación por hidrocarburos del petróleo, plaguicidas, metales pesados y contaminación microbiológica.

Para el Caribe, respecto a la contaminación orgánica se han encontrado valores que superan los límites permisibles, mientras que en el Pacífico, el comportamiento de las variables fisicoquímicas y nutrientes presenta valores fuera de los rangos normales.

Con relación a las concentraciones de hidrocarburos del petróleo en la región Caribe, las mayores concentraciones aparecen en la zona de Cartagena de Indias, principal ciudad turística del Caribe Colombiano, donde el nivel en aguas supera ampliamente la norma internacional para aguas no contaminadas que es de 10 µg/l.



Fuente: Elaboración propia con información de: www.colombia.com

Figura 54. Ubicación Zonas Hidrográficas de Colombia

En la región del Pacífico, a pesar de ser una región con reducido desarrollo agrícola, los niveles de residuos organoclorados fueron más elevados de lo que se podría esperar (hasta 94 ng/l).

Las concentraciones de metales pesados en el Caribe, específicamente en la Ciénaga Grande de Santa Marta, segunda ciudad del Caribe en importancia turística, han

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

demostrado un progresivo aumento en sus diferentes compartimentos: aguas, sedimentos y organismos. Se detectaron concentraciones elevadas de los metales Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Zinc (Zn), cuyos valores son 11,1 µg/g, 39,2 µg/g y 171 µg/g, respectivamente, sobrepasan los límites permisibles establecidos por la EPA y el Ministerio de legislación ambiental de Ontario-Canadá (IDEAM, 2004). Estas concentraciones se registraron en las zonas con mayor influencia del río Magdalena, denotando así mismo su directa influencia sobre la cuenca del Caribe.

Los estudios realizados sobre contaminación microbiológica muestran que en la mayoría de playas turísticas del Mar Caribe Colombiano, se sobrepasan los límites permisibles establecidos por la legislación colombiana para aguas de contacto primario (hasta 200 NMP/100 ml para Coliformes fecales), tanto en la época seca como en la húmeda. Igualmente ocurre en el Océano Pacífico, donde los niveles de contaminantes microbiológicos son preocupantes. La mayoría de las playas sobrepasan los niveles de Coliformes fecales. Estos resultados son consecuencia del vertimiento directo de las aguas residuales del país en el sector costero, poca cobertura del sistema de alcantarillado, falta de tratamiento de lixiviados de los vertederos y utilización de pozos sépticos (IDEAM, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, la vulnerabilidad relacionada con la calidad del agua se determinó teniendo en cuenta el número de los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes y en funcionamiento en los departamentos del país en el año 2007.

Los valores de la Vulnerabilidad se estimaron con el referente del Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 por el cual se reglamentó los usos del agua y los residuos líquidos, según el cual todo vertimiento a un cuerpo de agua debe cumplir, por lo menos, con una remoción mayor al 80% de la carga contaminante para grasas y aceites, sólidos suspendidos y demanda bioquímica de oxígeno y la propuesta de Gandini et al (2000) del 60% de remoción mínima de carga contaminante para el contexto Colombiano (Tabla 61). De esta manera el porcentaje mínimo de municipios de un departamento que deben tratar sus aguas residuales sería 80% con una alternativa del 60%.

Teniendo en cuenta lo anterior se asignaron los valores cualitativos de la Vulnerabilidad del agua superficial del agua para los departamentos de Colombia (Tabla 62), (Figuras 55-60):

Tabla 61. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para la Calidad del agua superficial en Colombia

PORCENTAJE DE MUNICIPIOS POR DEPARTAMENTO QUE UTILIZAN SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	VULNERABILIDAD
< 50	V_A
> 50 - < 60	V_{MA}
≥ 60 - < 80	V_{MB}
80 - 100	V_B

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Calidad del Agua de los Departamentos de Colombia

DEPARTAMENTO	N° de Municipios por Departamento	% de Municipios que aplican tratamiento a las Aguas Residuales	Vulnerabilidad Estimada
Amazonas	13	0	V_A
Antioquia	128	21	V_A
Arauca	7	58.1	V_{MA}
Atlántico	24	11.1	V_A
Bolívar	40	53.3	V_{MA}
Boyacá	123	11.3	V_A
Caldas	29	18.5	V_A
Caquetá	16	6	V_A
Casanare	19	78	V_{MB}
Cauca	38	24.4	V_A
Cesar	27	64	V_{MB}

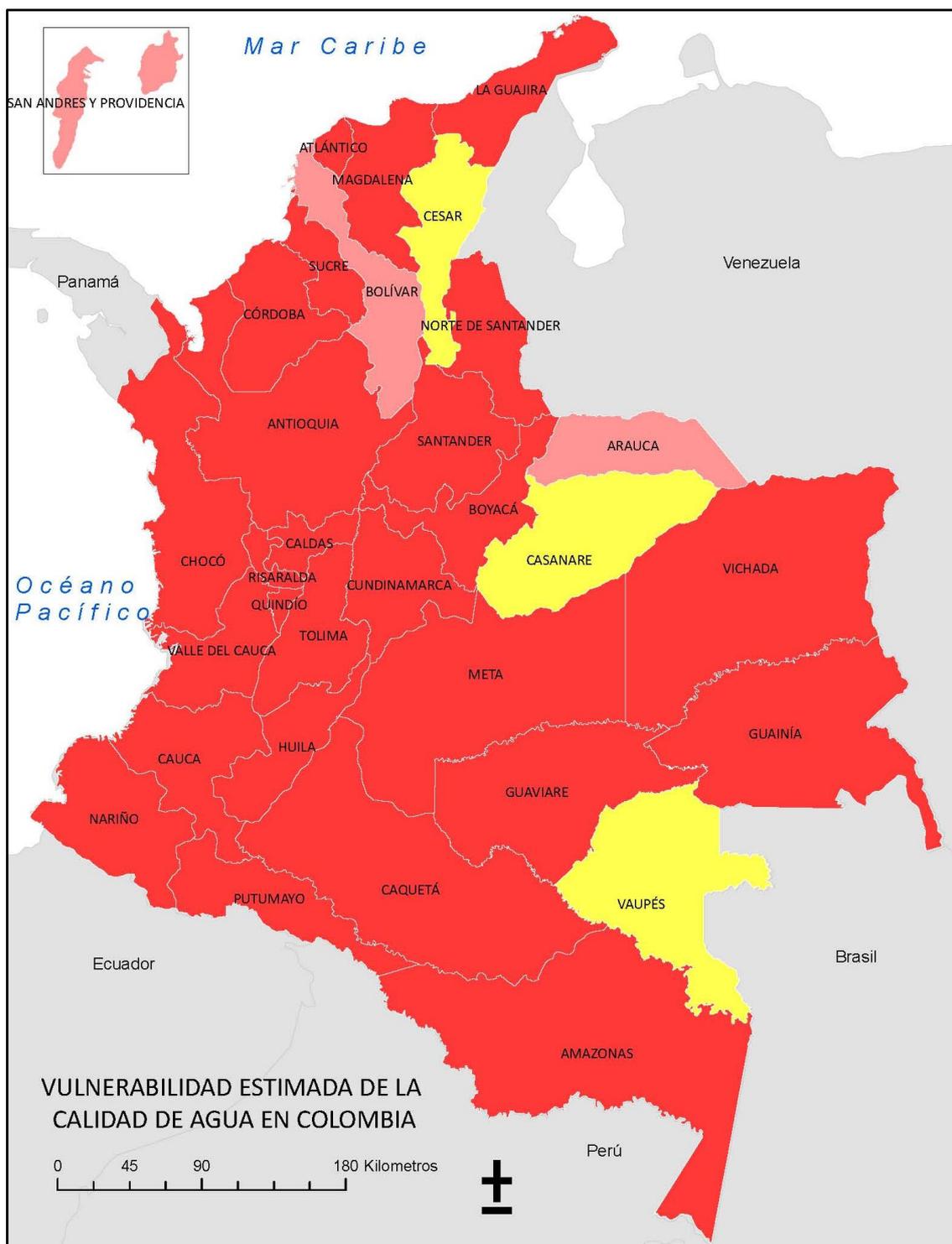
Continúa en la siguiente página

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

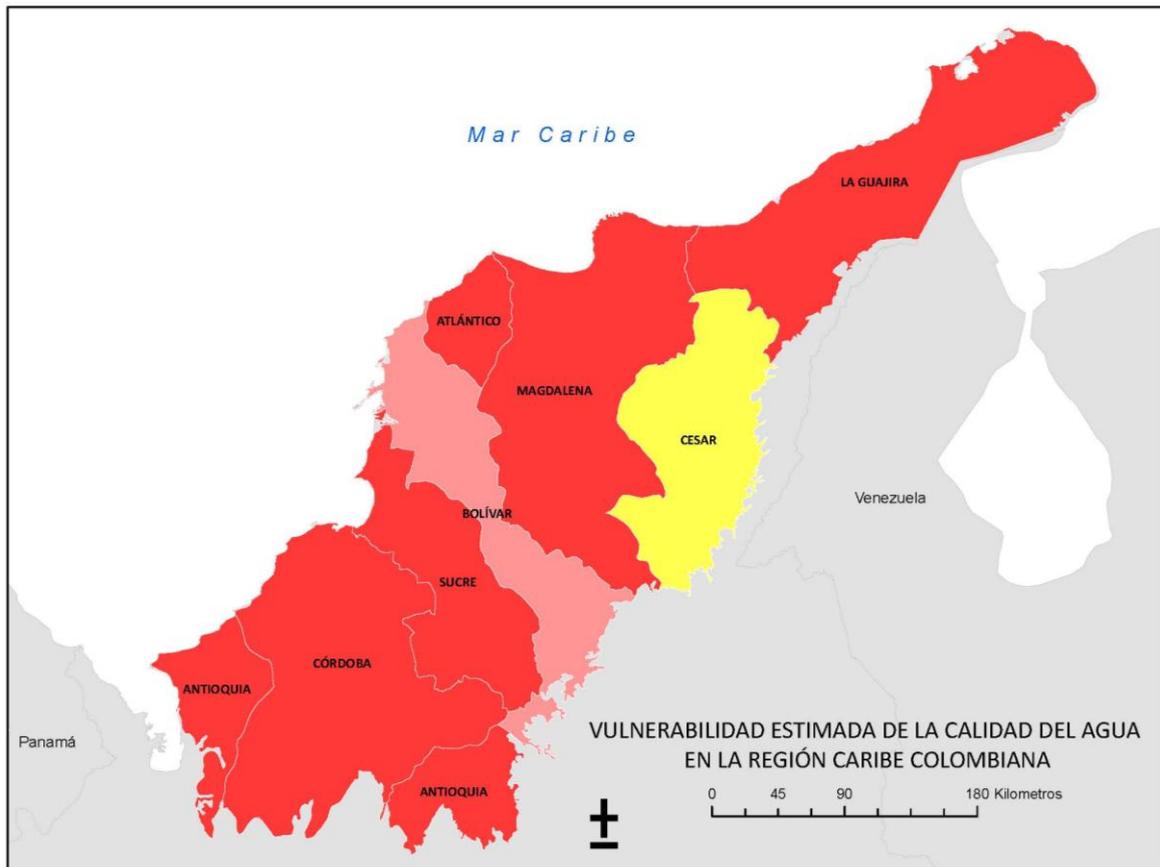
DEPARTAMENTO	Nº de Municipios por Departamento	% de Municipios que aplican tratamiento a las Aguas Residuales	Vulnerabilidad Estimada
Chocó	22	0	V _A
Córdoba	26	42	V _A
Cundinamarca	114	33.6	V _A
Guainía*	13	12.5	V _A
Guaviare	6	0	V _A
Guajira	11	33	V _A
Huila	37	21.6	V _A
Magdalena	21	16.6	V _A
Meta	31	17.2	V _A
Nariño	61	6.25	V _A
Norte de Santander	40	12.5	V _A
Putumayo	13	4	V _A
Quindío	14	16	V _A
Risaralda	15	7	V _A
San Andrés	2	50	V _{MA}
Santander	89	19.5	V _A
Sucre	24	26.9	V _A
Tolima	46	40.4	V _A
Valle del cauca	42	21.4	V _A
Vaupés	5	66	V _{MB}
Vichada	8	0	V _A
Bogotá	1	0	V _A

Fuente: Elaboración propia con información de: SSPD, 2008; *SSPD, 2007



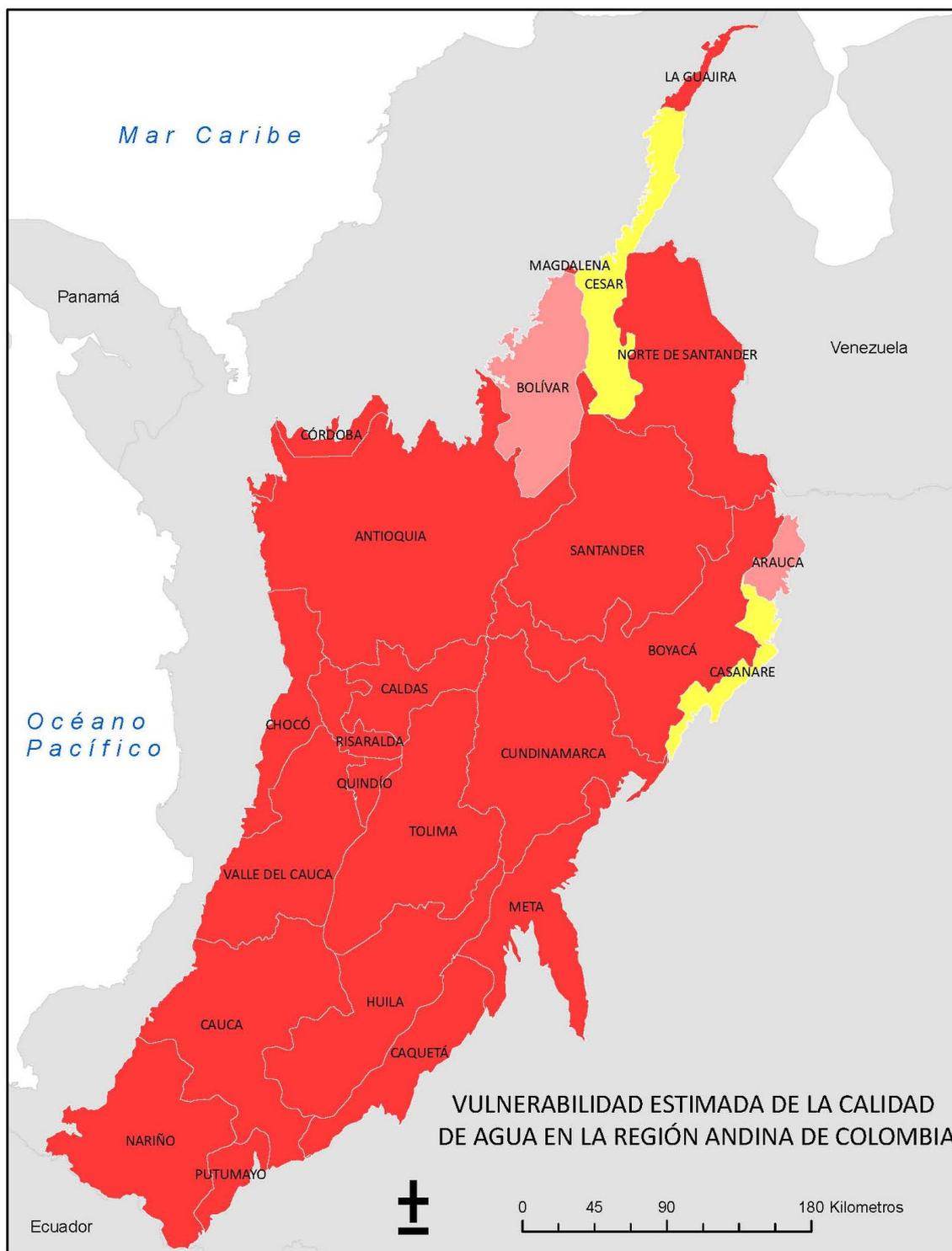
Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005, SSPD, 2007; SSPD 2008

Figura 55. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en Colombia



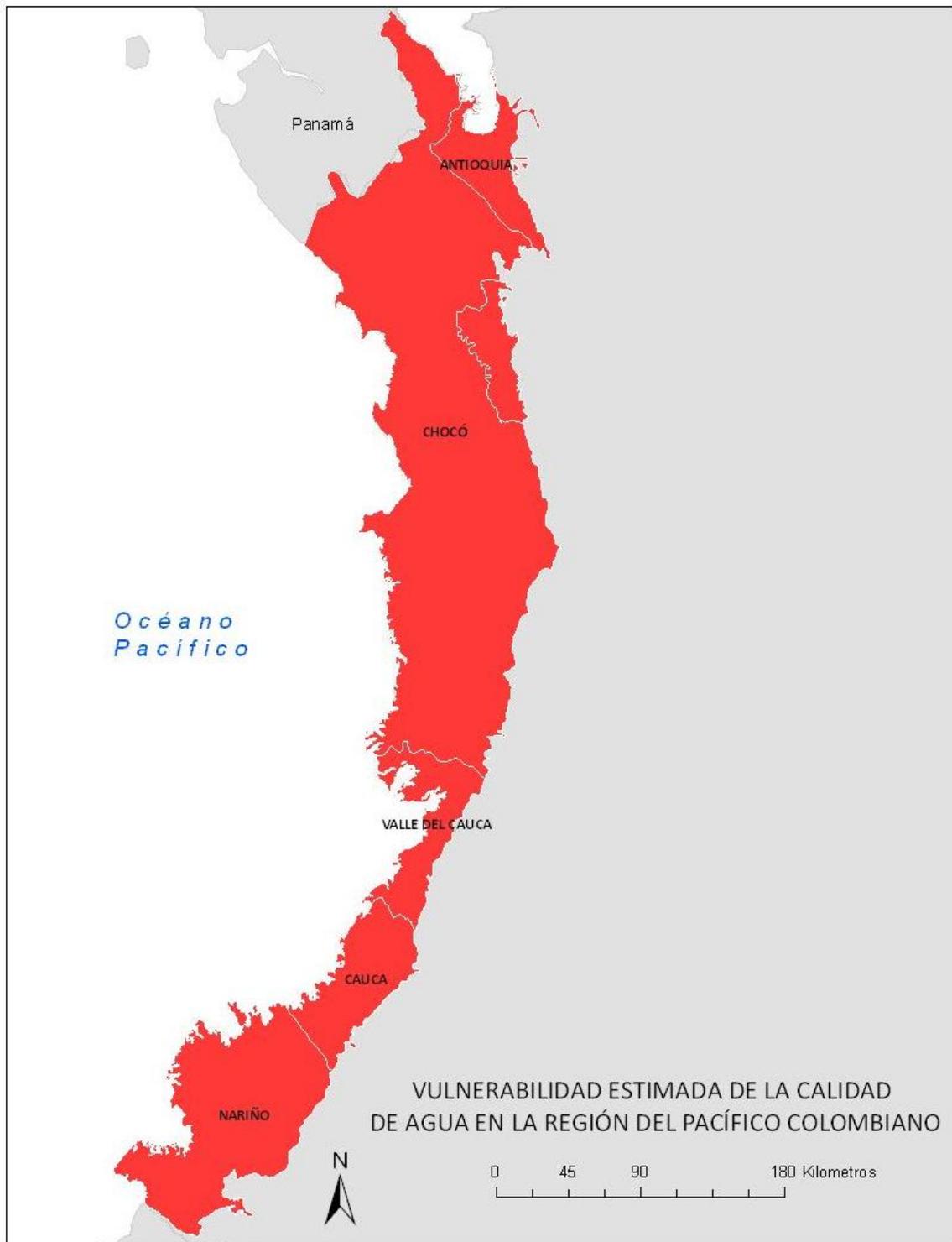
Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005, SSPD, 2007; SSPD 2008

Figura 56. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región Caribe Colombiana



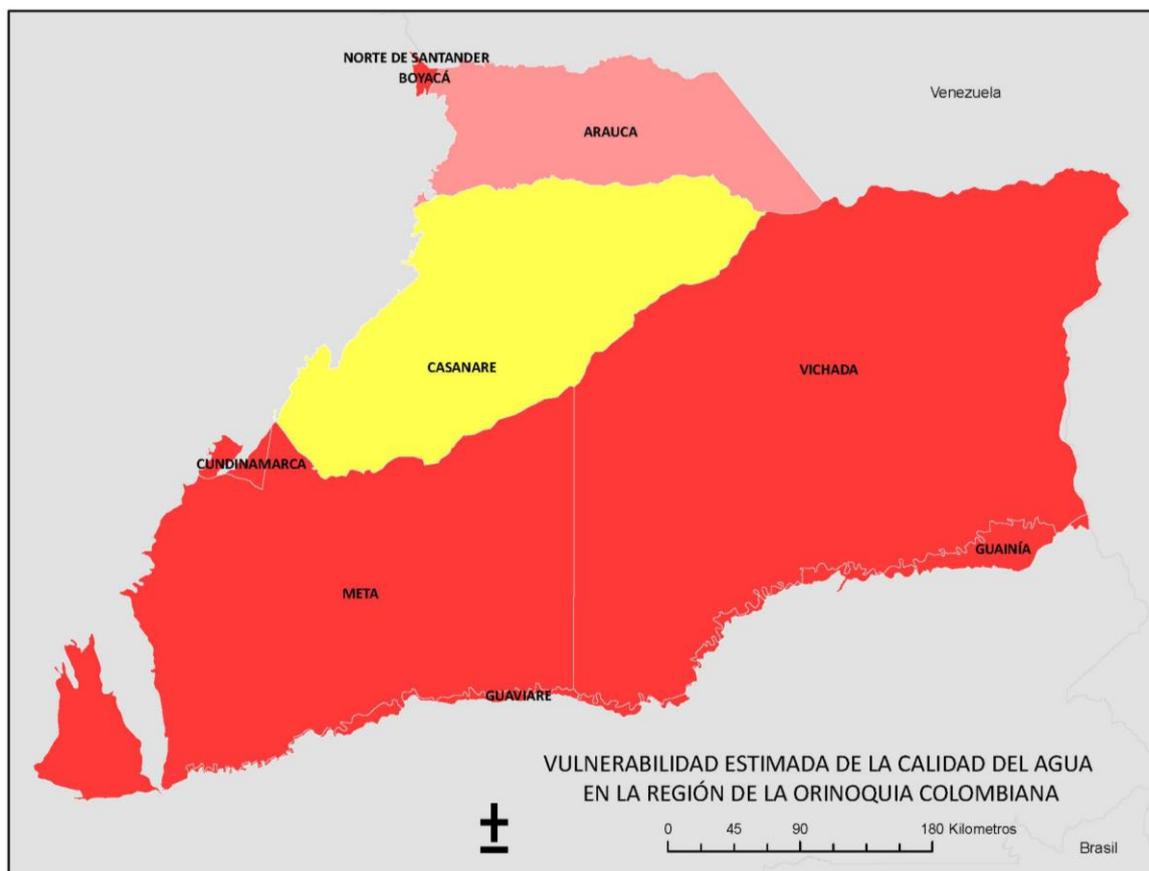
Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005, SSPD, 2007; SSPD 2008

Figura 57. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región Andina Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005, SSPD, 2007; SSPD 2008

Figura 58. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región del Pacífico Colombiano



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005, SSPD, 2007; SSPD 2008

Figura 59. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región de la Orinoquia Colombiana

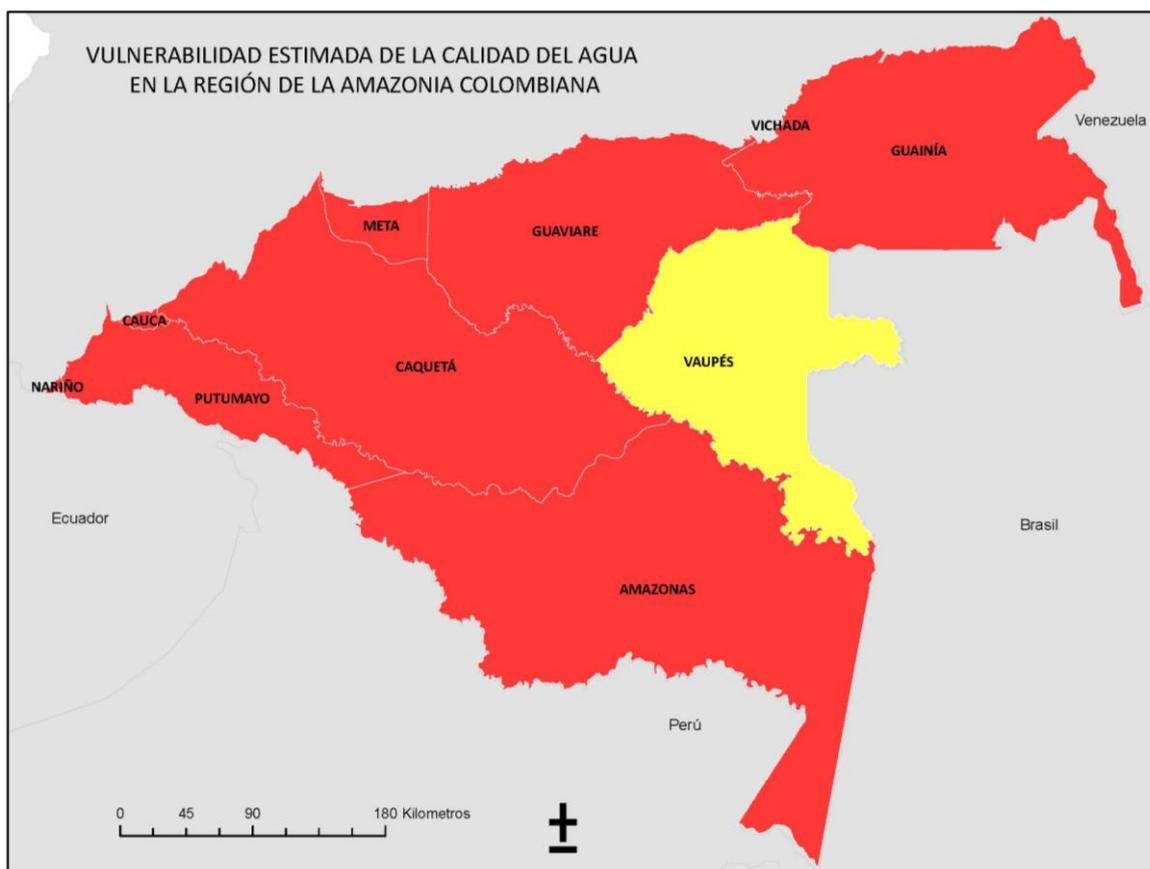
A2.3 VULNERABILIDAD DEL SUELO

Para la estimación de la Vulnerabilidad del factor suelo se analizan los factores: Cambio de uso del Suelo y la Capacidad Agrologica del suelo.

A2.3.1 Cambio de Uso del suelo

La Vulnerabilidad relacionada con el cambio de uso del suelo se ha construido teniendo en cuenta el conflicto por sobre uso. La información se tomó de la investigación: Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi⁴⁸ y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria⁴⁹ (IGAC, CORPOICA, 2002).

⁴⁸ El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble;



Fuente: Elaboración propia con información de: IDEAM, 2004; 2007; Márquez, 2005, SSPD, 2007; SSPD 2008

Figura 60. Vulnerabilidad estimada de la Calidad del Agua en la Región de la Amazonia Colombiana

El 51,2% de Colombia, se encuentra en diferentes grados de intervención, con 35.098.530 hectáreas (ha) intensamente intervenidas (30.8%) o transformadas, donde las coberturas terrestres son de origen antrópico, con tierras en usos agropecuarios, zonas urbanas y bosques plantados (IGAC, CORPOICA, 2002).

Tierras en conflicto por sobreutilización

El conflicto por sobreutilización de los suelos se presenta cuando el agroecosistema predominante en una determinada zona agroecológica, hace un aprovechamiento intenso de la base natural de los recursos, sobrepasando la capacidad natural productiva de las tierras (Resiliencia del suelo). Por lo tanto no está en concordancia con la vocación y uso principal recomendado, según las potencialidades y limitaciones naturales de las tierras, con

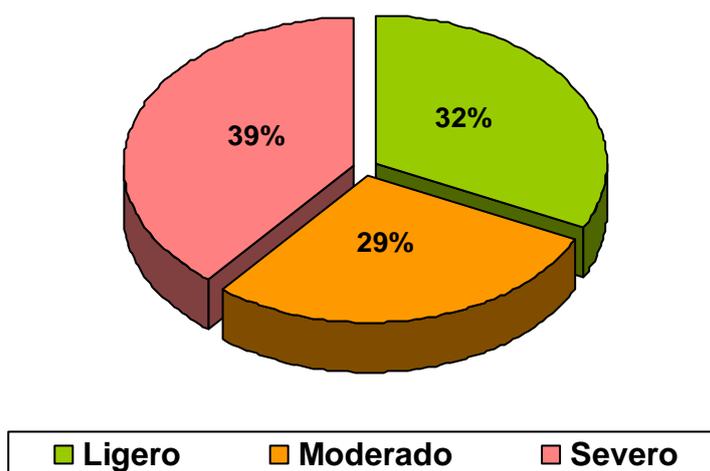
realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

⁴⁹ **CORPOICA**, es la entidad oficial de Colombia, encargada de generar y transferir conocimientos científicos y soluciones tecnológicas mediante la investigación y la innovación en los servicios y productos para el sector agropecuario colombiano.

repercusiones a mediano y largo plazo en la persistencia de la calidad y cantidad de los recursos.

Sus consecuencias están representadas, en la erosión hídrica. En Colombia, el 35% del total de las tierras se encuentran afectadas por erosión, con más de 4.300.000 ha erosionadas severa y muy severamente y 12.916.000 ha en grado moderado, disminución de la cantidad y calidad de los recursos hídricos, pérdida o disminución de la productividad de las tierras, pérdida irremediable de la biodiversidad, aumento de las amenazas por inundaciones en las partes bajas de las cuencas, colmatación de represas y cambios climáticos regionales. Estas consecuencias no solo afectan los factores biofísicos, sino también la calidad de vida de la población, con elevados costos económicos, sociales y culturales.

En Colombia el 32,7% del área parcial e intensamente transformada presenta conflictos por sobreutilización con algún grado de intensidad, lo cual equivale a 19.652.641 ha. En estas áreas el uso actual de los recursos no se ajusta a las limitaciones impuestas por la naturaleza. Como se recoge en la Figura 61, las tierras sobreutilizadas en grado moderado y severo participan con el 68% del área total sobre utilizada, lo que se traduce en suelos con alto riesgo de sufrir degradación o pérdida de sus cualidades y de la capacidad para cumplir funciones ecológicas y sociales. Las tierras con sobreutilización severa cubren una extensión correspondientes al 12.8% del área intervenida de Colombia.



Fuente: IGAC – CORPOICA, 2002

Figura 61. Participación relativa de los grados de intensidad en las tierras con conflictos de uso por sobreutilización en Colombia (IGAC, CORPOICA, 2002)

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

En el país, del total de tierras sobre utilizadas en grado severo, aproximadamente el 67% de ellas se asocian con la presencia de actividades agropecuarias en suelos fundamentalmente recomendadas para usos forestales de protección y para la conservación y recuperación integral de los recursos hídricos.

El análisis para las regiones naturales varía notoriamente frente a las cifras nacionales, dependiendo de los diferentes usos actuales y vocaciones de uso de las tierras de cada región. A continuación se detallan cada una de ellas:

- **Región Caribe.** Aproximadamente el 17,2% del área regional, presenta conflictos de uso por sobreutilización. En términos de área regional intervenida, este porcentaje asciende al 20,4% y en él sobresalen, por su mayor extensión, las tierras con sobreutilización ligera y moderada que, en conjunto, alcanzan el 16,8% de este porcentaje.
- **Región Andina.** En esta región se presenta la mayor extensión de tierras con conflictos de uso por sobreutilización, con el 42,3% del área regional que equivale al 62% del área intervenida. Dentro del área intervenida, las tierras con sobreutilización severa y moderada participan en mayor proporción, con el 26,1% para las tierras con sobreutilización severa.
- **Región de la Orinoquia.** Las tierras con conflictos por sobreutilización representan el 7,9% del área regional y el 8,4% relativo a las tierras parcial o fuertemente intervenidas de la misma. Predominan en este porcentaje las que presentan sobreutilización en grado moderado y severo; éstas alcanzan el 5,7% del total.
- **Región de la Amazonia.** El área de la región que presenta conflictos de uso por sobreutilización, especialmente en grado severo y ligero corresponde al 5,1% del área total que en términos de área intervenida equivale al 28,8%. Estas áreas se localizan principalmente al noroccidente de los departamentos de Caquetá y Putumayo, pequeños sectores de Guaviare y muy localmente en Amazonas, donde tierras con vocación predominantemente forestal, de protección y protección producción, han sufrido total reemplazo de la cobertura natural boscosa y en la actualidad se encuentran con pastos introducidos con actividades ganaderas de muy baja intensidad; también se utilizan sectores para el establecimiento de cultivos ilícitos. El área reportada en pastos, para esta región, en el estudio sobre Cobertura y Uso Actual de las tierras, ascendió a 2.362.178 ha.
- **Región del Pacífico.** Aproximadamente el 8,2% del área total, equivalentes al 21,8% del área intervenida, presenta conflictos de uso por sobreutilización de las tierras,

principalmente en grado ligero y severo. Dentro de este porcentaje, el 5,4% corresponde a tierras sobre utilizadas severamente.

A2.3.2 Estimación de la Vulnerabilidad para el cambio de uso del suelo

Los valores cualitativos de la Vulnerabilidad del suelo, se asignaron teniendo en cuenta el grado de Sobre uso de la tierra que la Investigación del IGAC-CORPOICA encontró en las regiones y departamentos del país (Severo, Moderado, Ligero, Sin conflicto de sobre uso), (Tabla 63).

Los valores cualitativos estimados de la Vulnerabilidad por sobre uso del suelo para los departamentos de Colombia se presentan en la Tabla 64, y en las Figuras 62-67, donde se ha incluido información sobre erosión, que corrobora el problema del sobre uso.

Tabla 63. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad por Sobre Uso del suelo en Colombia

TIPO DE CONFLICTO POR SOBRE USO DEL SUELO	% TIERRAS EN SOBRE USO	VULNERABILIDAD
MUY SEVERO	> 40	V _A
SEVERO	21 - 40	V _{MA}
MODERADO	10 - 20	V _{MB}
LIGERO	< 10 %	V _B

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Tabla 64. Estimación de la Vulnerabilidad relacionada con el Sobre uso del Suelo para los Departamentos de Colombia

REGION NATURAL	EROSION		SOBRE USO DEL SUELO		VULNERABILIDAD
	Tipo	%	Departamento	Grado	
CARIBE	Muy alta	37	CESAR	SEVERO	V_{MA}
			BOLIVAR	SEVERO	V_{MA}
	Alta	15	MAGDALENA	SEVERO	V_{MA}
	Moderada	20	ATLANTICO	SEVERO	V_{MA}
	Baja	18	CORDOBA	MODERADO	V_{MB}
			SUCRE	MODERADO	V_{MB}
GUAJIRA			MODERADO	V_{MB}	
ORINOQUIA	Muy alta	25	META	LIGERO	V_B
	Alta	30	CASANARE	LIGERO	V_B
	Moderada	8	ARAUCA	LIGERO	V_B
	Baja	8	VICHADA	LIGERO	V_B
ANDINA	Muy alta	11	BOYACA	MUY SEVERO	V_A
			TOLIMA	MUY SEVERO	V_A
			CUNDINAMARCA	MUY SEVERO	V_A
	Alta	7	SANTANDER	MUY SEVERO	V_A
			ANTIOQUIA	SEVERO	V_{MA}
	Moderada	12	N. SANTANDER	SEVERO	V_{MA}
			RISARALDA	SEVERO	V_{MA}
	Baja	15	CALDAS	SEVERO	V_{MA}
			HULA	SEVERO	V_{MA}
			QUINDIO	SEVERO	V_{MA}
VALLE			SEVERO	V_{MA}	

Continúa en la siguiente página

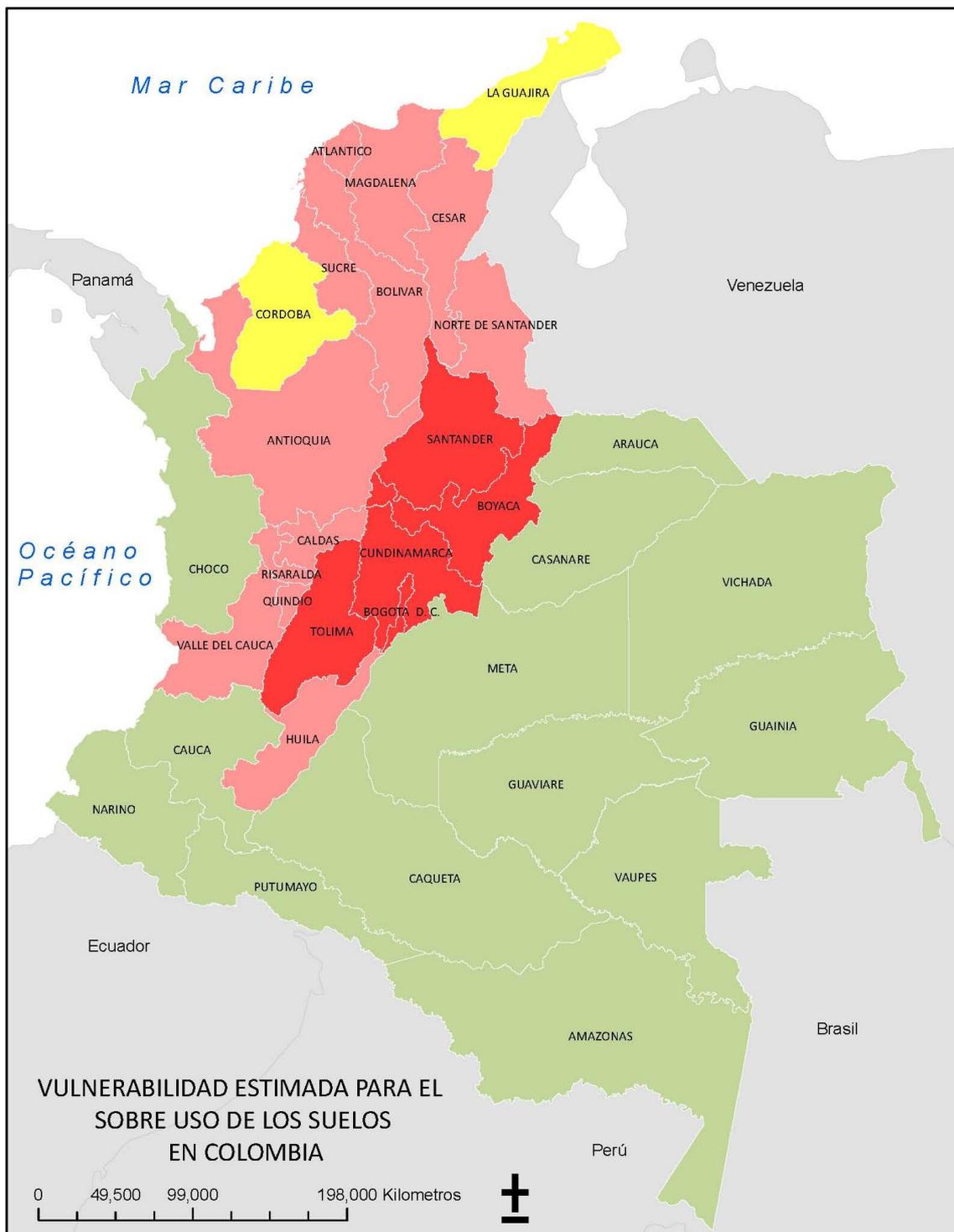
ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

REGION NATURAL	EROSION		SOBRE USO DEL SUELO		VULNERABILIDAD
	Tipo	%	Departamento	Grado	
PACIFICO	Muy alta	0	CHOCO	LIGERO	V_B
	Alta	1	CAUCA	LIGERO	V_B
	Moderada	1	NARIÑO	LIGERO	V_B
	Baja	1	VALLE	LIGERO	V_B
AMAZONIA	Muy alta	1	CAQUETA	LIGERO	V_B
	Alta	4	PUTUMAYO	LIGERO	V_B
			GUAVIARE	LIGERO	V_B
	Moderada	4	VAUPES	LIGERO	V_B
			GUAINIA	LIGERO	V_B
	Baja	3	AMAZONAS	LIGERO	V_B

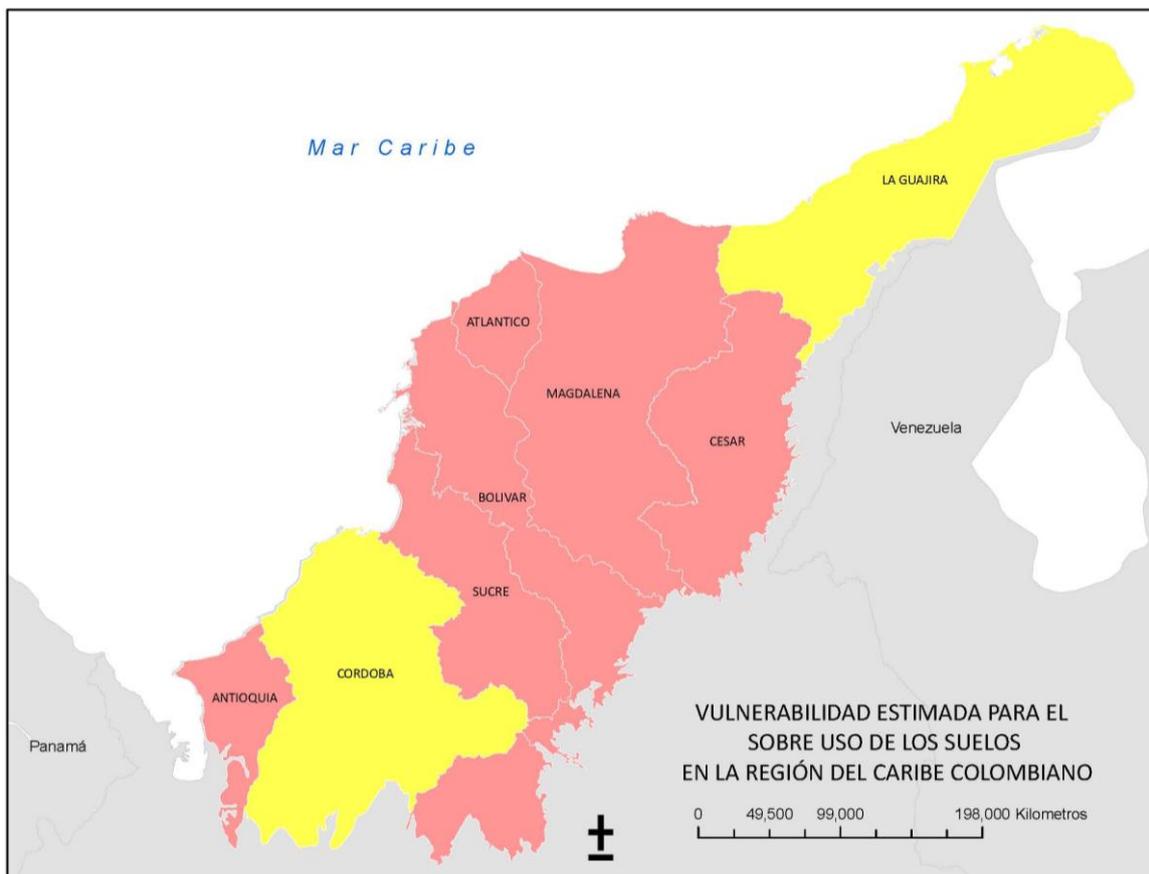
Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

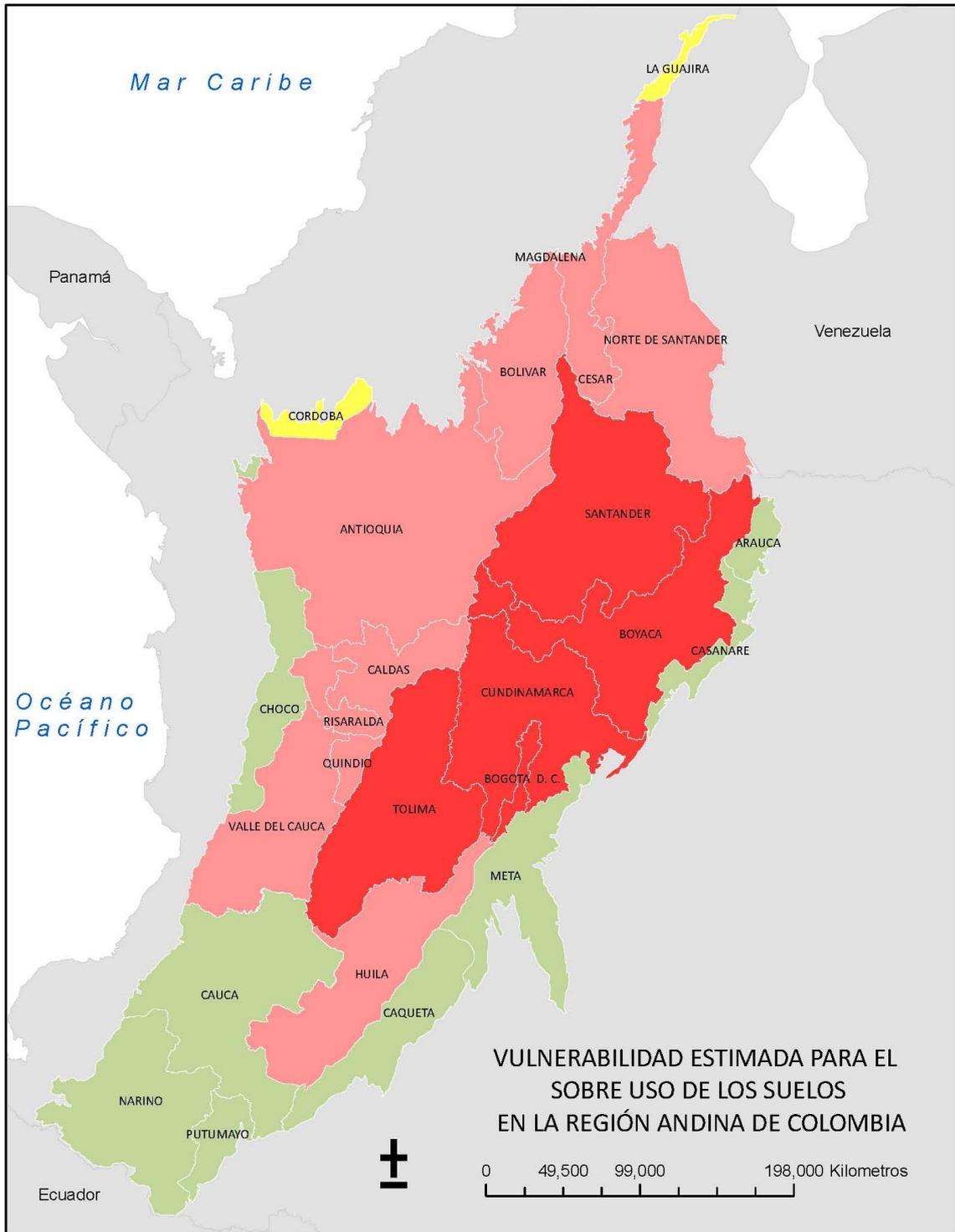
Figura 62. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en Colombia



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

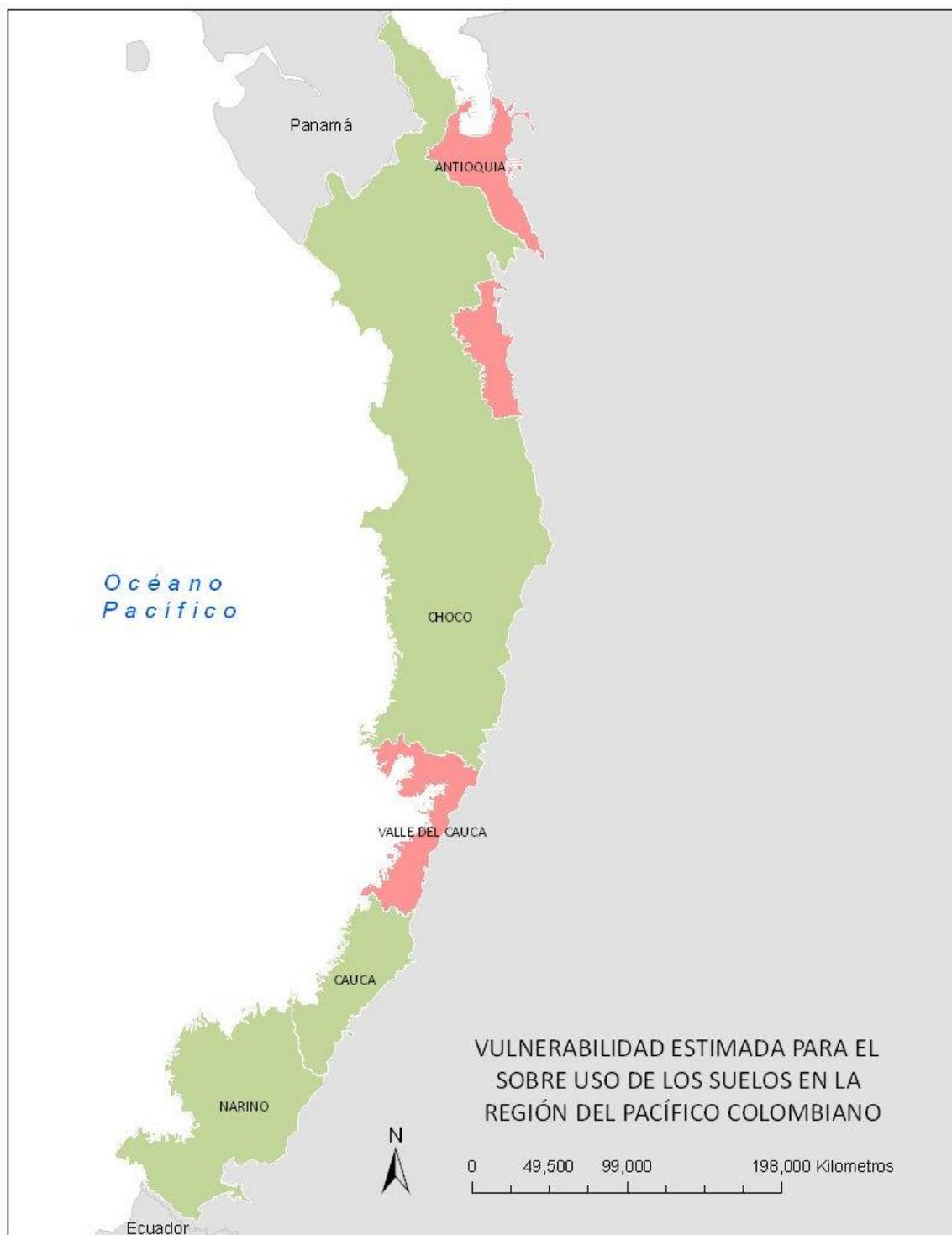
Figura 63. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región Caribe Colombiana

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 64. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región Andina Colombiana



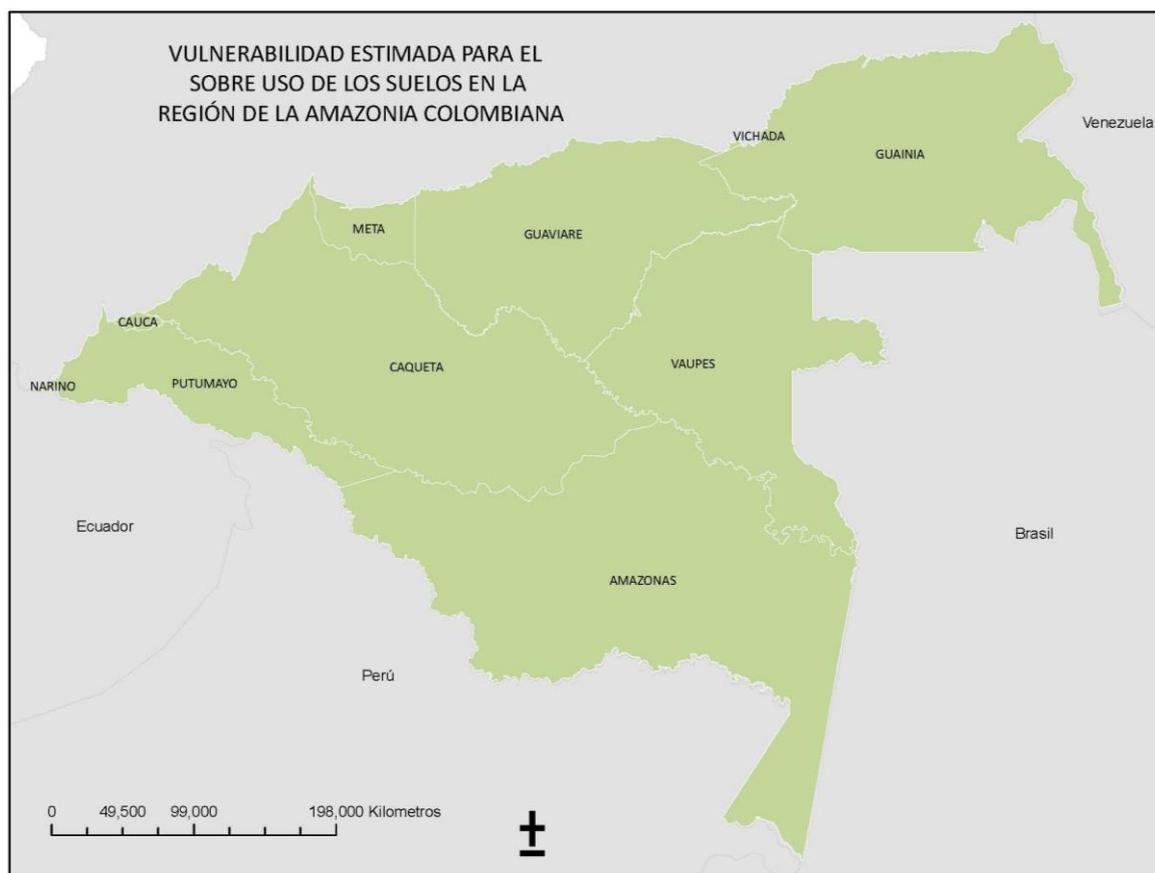
Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 65. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región Pacífica Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 66. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región de la Orinoquia Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 67. Vulnerabilidad relacionada con el sobre uso del suelo en la Región de la Amazonia Colombiana

A2.3.3 Vulnerabilidad para la Capacidad Agrologica del suelo

Los suelos cumplen una serie de funciones ecosistémicas, como soporte para las plantas, fuente de nutrientes, regulador en el ciclo del agua y ciclos biogeoquímicos, productor de fibras y alimentos y depurador de contaminantes. Sin embargo, todas estas ofertas son limitadas, porque el suelo es frágil y no renovable en la escala del tiempo humano y es susceptible de alterarse por las actividades antrópicas que consolidan procesos regresivos y de degradación (IDEAM, 2004).

Los suelos, dependiendo de sus características, poseen unas funciones productivas específicas que se relacionan con la vocación productiva. Para Colombia se ha establecido la zonificación de la vocación de uso de las tierras, que se homologa como las ofertas de uso de los suelos (Tabla 65) (IGAC-ICA, 2002).

Tabla 65. Distribución de la vocación de uso de los suelos en Colombia

VOCACIÓN DE USO	AREA (ha)	PORCENTAJE
AGRÍCOLA	21.493.538	18,9
GANADERA	14.223.774	12,5
AGROFORESTAL	6.908.398	6,1
FORESTAL	21.591.025	19,0
CONSERVACIÓN	49.652.300	43,5
TOTAÑ	113.869.035	100,0

Fuente: IDEAM, 2004; IGAC-CORPOICA, 2002

Los resultados más relevantes son: las tierras con vocación agrícola, alcanzan una extensión al 18,9% de la superficie del país, donde la mayor proporción se localiza en las regiones Andina, Caribe y Orinoquia.

Las tierras con vocación ganadera, ocupan una extensión correspondiente al 12,5% de la superficie del país y se encuentran especialmente en las regiones de la Orinoquia, Caribe, Andina y depresiones interandinas.

Las tierras con vocación forestal, compuestas predominantemente por áreas para usos forestales de protección/producción, se localizan en todas las regiones naturales, con una extensión corresponde al 19% del total de las tierras del país. El uso protector-productor se ubica principalmente en las regiones Andina y Amazonia.

Las tierras para la conservación presentan una cobertura correspondientes al 43,5% de la superficie del país, que incluyen, en su gran mayoría, áreas apropiadas para usos forestales de protección y para la conservación y recuperación de los recursos hídricos e hidrobiológicos.

Degradación de suelos

Los bienes y servicios que ofrecen los suelos deben ser usados dentro de las dinámicas propias de flujos de materia y energía de los ecosistemas en los cuales se

encuentran. En la medida que se desconozcan estas dinámicas y el nivel de resiliencia o capacidad de recuperación del suelo sea baja, se generan procesos de degradación o de insostenibilidad del recurso.

La degradación de los suelos y tierras se define como la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales que pueden originar la pérdida o la destrucción total del recurso (IDEAM, 2004).

Degradación de suelos por erosión

La erosión del suelo es un fenómeno complejo de degradación donde las capas superficiales del suelo son destrozadas o arrancadas, desplazando sus fragmentos hacia cotas inferiores. En Colombia el 48% de la superficie del continente es susceptible a la erosión (IDEAM, 2004), perdiéndose anualmente 426 millones de toneladas de sedimentos y el 35% del territorio nacional presenta algún grado de erosión hídrica en forma severa y muy severa.

Degradación de suelos por desertificación

Colombia posee en zonas secas (áridas, semiáridas y subhúmedas secas), aproximadamente el 22% del país. El área afectada por algún grado de desertificación corresponde al 17% del territorio nacional (MAVDT-IDEAM, 2003). En la región Caribe se localiza el 42% de las zonas con desertificación en el país con una extensión de 48.580 km², posteriormente, se encuentra la región de la Orinoquia, la cual aporta el 32% de área con desertificación, le sigue la región Andina con el 24% de las áreas degradadas, la Amazonia aporta el 1% de las áreas degradadas.

En las zonas secas colombianas es donde se ejerce la mayor presión sobre el recurso suelo. Se localizan allí los principales distritos de riego y drenaje asociados a la agricultura intensiva del país, con altos insumos y efectos adversos sobre las fragilidades de los suelos, la calidad de las aguas y la biodiversidad.

Por último, es en las zonas en desertificación donde se encuentran los principales centros de explotación minera y las principales vías del país con impactos adversos sobre los suelos y tierras (IDEAM, 2004).

A2.3.4 Estimación de la Vulnerabilidad de los suelos relacionada con la Capacidad Agrologica

El análisis de los usos del suelo, Uso Potencial comparado con el uso Actual, y sus consecuencias como el sobre uso y la erosión, fueron los referentes para asignar la vulnerabilidad del suelo relacionada con la capacidad agroecológica para las regiones naturales y los departamentos (Tabla 66), (Figuras 68-73). El uso potencial de los suelos ha sido asignado teniendo en cuenta el tipo de suelos y las restricciones que cada categoría tiene.

Se utilizó para determinar la vulnerabilidad del suelo las restricciones productivas que se generan de la clasificación conocida como capacidad agrologica o uso potencial, sistema que fue elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Son ocho las clases identificadas, representadas con números romanos, existiendo una relación entre el aumento progresivo de la numeración y la disminución de las condiciones agroecológicas (*Ayuntamiento muelas del pan, 2008*).

(www.alcornocal.com/es/documentos/edafologia.pdf):

- **Clase I.** Los terrenos de esta clase son aptos para los cultivos anuales. Es la clase ideal, tiene muy pocas o ninguna limitación que puedan restringir su uso.
- **Clase II.** Estos terrenos son aptos para la producción de cultivos anuales. Las tierras de esta clase presentan algunas limitaciones.
- **Clase III.** Las tierras de esta clase son aptas para la producción de cultivos anuales. Los terrenos de esta clase presentan limitaciones severas y requieren conservación especial.
- **Clase IV.** Estas tierras son aptas para la producción de cultivos permanentes o semipermanentes. Requiere un manejo muy cuidadoso.
- **Clase V.** Esta clase es apta para la actividad ganadera. Las tierras de esta clase presentan limitaciones y riesgo de erosión.
- **Clase VI.** Los terrenos de esta clase son aptos para la actividad forestal. Presentan limitaciones severas.
- **Clase VII.** Esta clase es apta para el manejo del bosque natural, además de protección. Las limitaciones son tan severas que ni siquiera las plantaciones forestales son recomendables.
- **Clase VIII.** Las tierras de esta clase presentan limitaciones tan severas que no son aptas para ninguna actividad económica directa del uso del suelo, de modo tal que sólo se pueden dedicar para la protección de los recursos naturales (suelos, bosques, agua, fauna, paisaje).

**ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA
COLOMBIA**

Teniendo como base las clasificaciones anteriores se identificaron cinco (5) categorías en las que fueron clasificados los usos potenciales de las tierras, este uso potencial se determina de acuerdo a la clase de Suelos y sus restricciones:

1. Agrícola (Clase I-III).
2. Agrícola y Ganadero (Clase III-V).
3. Ganadería (Clase I-III).
4. Bosques y Cultivos Forestales (Clase VI-VIII).
5. Protección (Clase VII-VIII).

Tabla 66. Estimación de la Vulnerabilidad para capacidad agroecológica del Suelo de los Departamentos de Colombia

REGION NATURAL	USO DEL SUELO			SOBRE USO DEL SUELO		EROSION		V
	Uso	A %	P %	D/to	Grado	Tipo	%	
CARIBE	Pastos	69	23	CESAR	SEVERO	Muy alta	37	V _A
				BOLIVAR	SEVERO			V _A
	Agrícola	4	40	MAGDALENA	SEVERO			V _A
				ATLANTICO	SEVERO	Alta	15	V _A
	Bosques	4	5	CORDOBA	MODERADO	Media	20	V _{MA}
				SUCRE	MODERADO	Baja	18	V _{MA}
Pantanos	10		GUAJIRA	MODERADO	V _{MA}			
ORINOQUIA	Pastos	82	50	META	LIGERO	Muy alta	25	V _B
	Agrícola	1	7	CASANARE	LIGERO	Alta	30	V _B
	Bosques	13	17	ARAUCA	LIGERO	Media	8	V _B
	Pantanos	3		VICHADA	LIGERO	Baja	8	V _B
ANDINA	Pastos	44	9	BOYACA	MUY SEVERO	Muy alta	11	V _A
				TOLIMA	MUY SEVERO			V _A
	Agrícola	8	32	C/MARCA	MUY SEVERO			V _A
				SANTANDER	MUY SEVERO			V _A

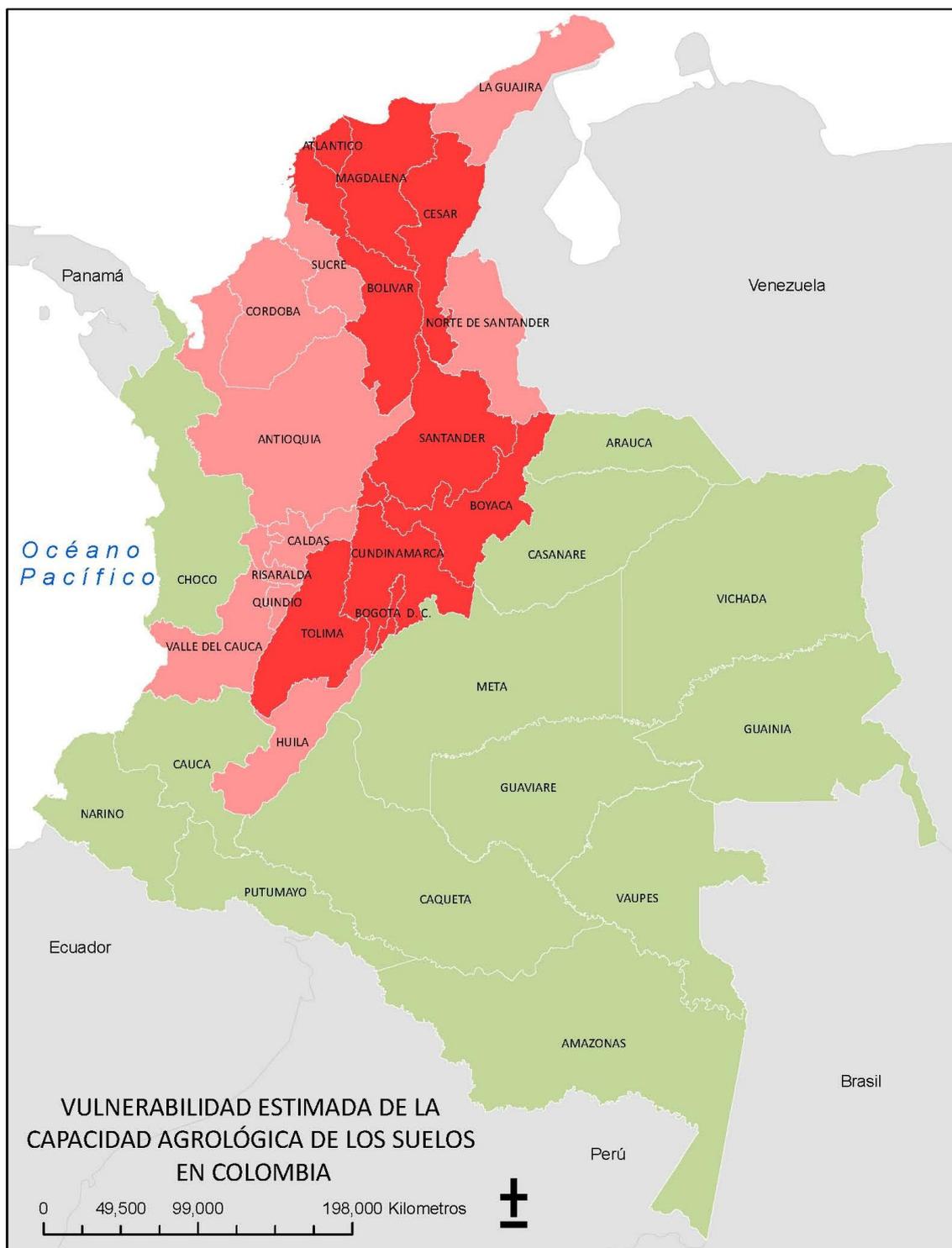
Continua en la siguiente pagina

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

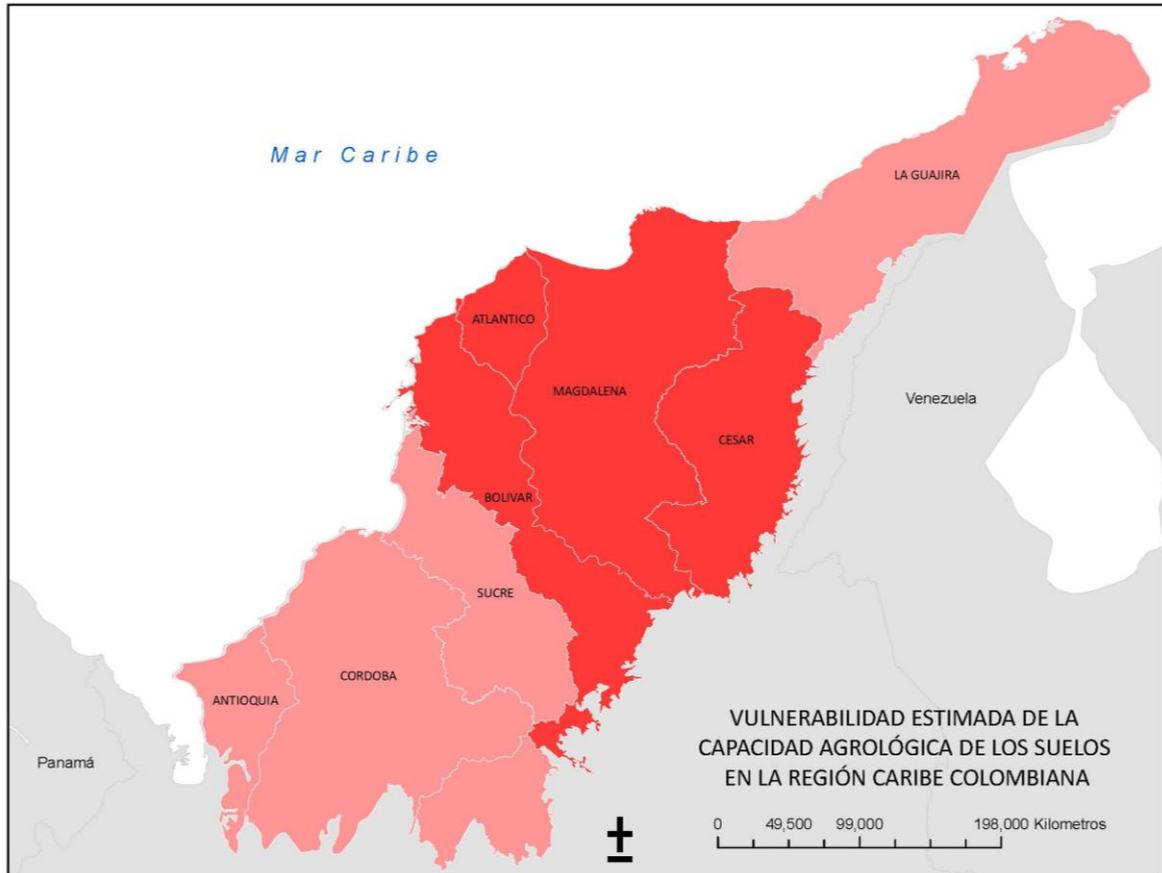
REGION NATURAL	USO DEL SUELO			SOBRE USO DEL SUELO		EROSION		V
	Uso	A %	P %	Departamento	Grado	Tipo	%	
ANDINA	Bosques	37	53	ANTIOQUIA	SEVERO	Alta	7	V _{MA}
				N. SANTANDER	SEVERO			V _{MA}
	Matorrales	5		RISARALDA	SEVERO	Media	12	V _{MA}
				CALDAS	SEVERO			V _{MA}
				HULA	SEVERO			V _{MA}
				QUINDIO	SEVERO	Baja	15	V _{MA}
				VALLE	SEVERO			V _{MA}
PACIFICO	Pastos	2	0.2	CHOCO	LIGERO	Muy alta	0	V _B
	Agricultura	2	0.2	CAUCA	LIGERO	Alta	1	V _B
	Bosques	85	16	NARIÑO	LIGERO	Moderada	1	V _B
	Manglar	6		VALLE	LIGERO	Baja	1	V _B
AMAZONIA	Pastos	12.5	6.3	CAQUETA	LIGERO	Muy alta	1	V _B
				PUTUMAYO	LIGERO	Alta	4	V _B
	Agricultura	9.1	1.7	GUAVIARE	LIGERO	Moderada	4	V _B
				VAUPES	LIGERO			V _B
	Bosques	55.7	53	GUAINIA	LIGERO	Baja	3	V _B
	Sabana	13.1		AMAZONAS	LIGERO			V _B

Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002



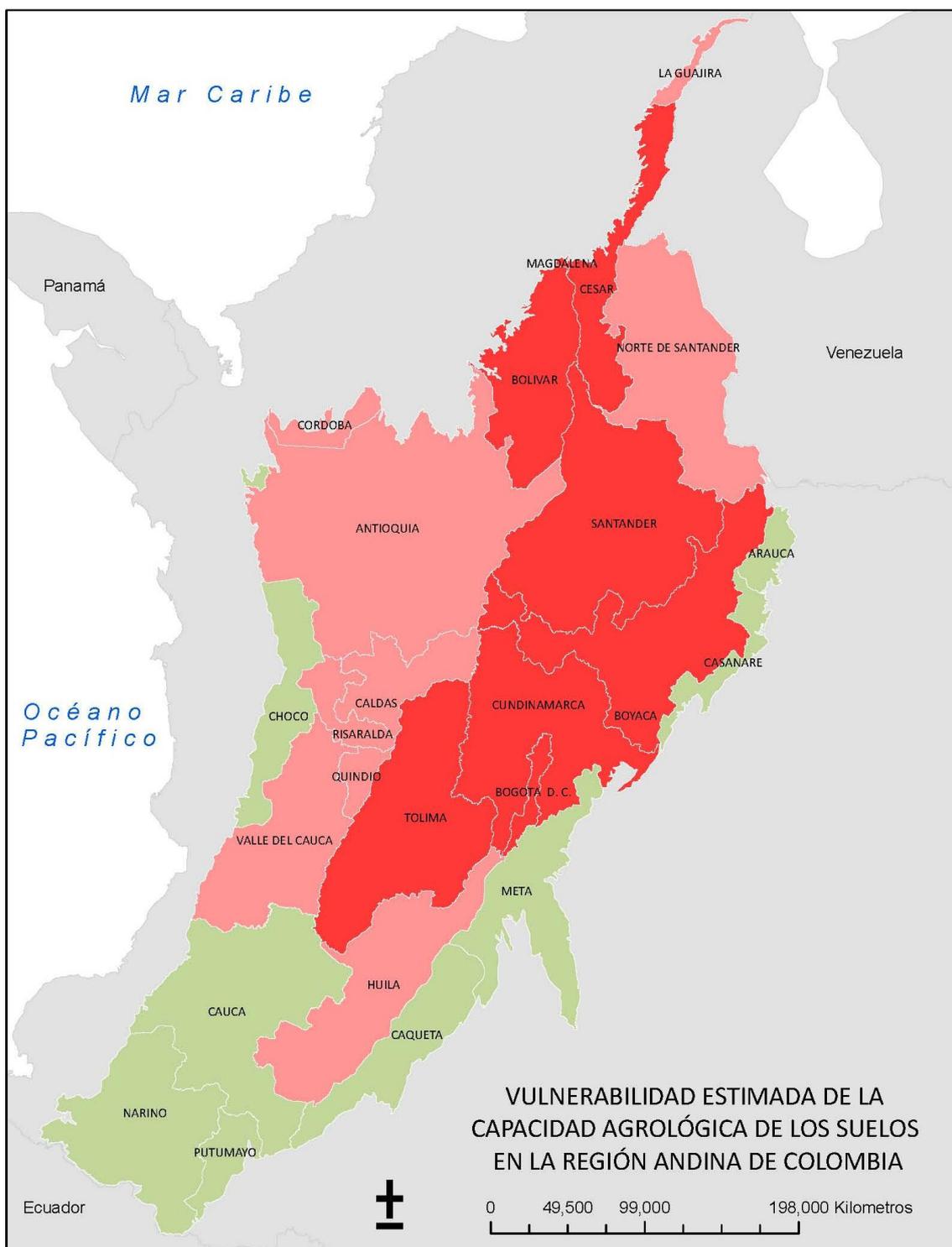
Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 68. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en Colombia



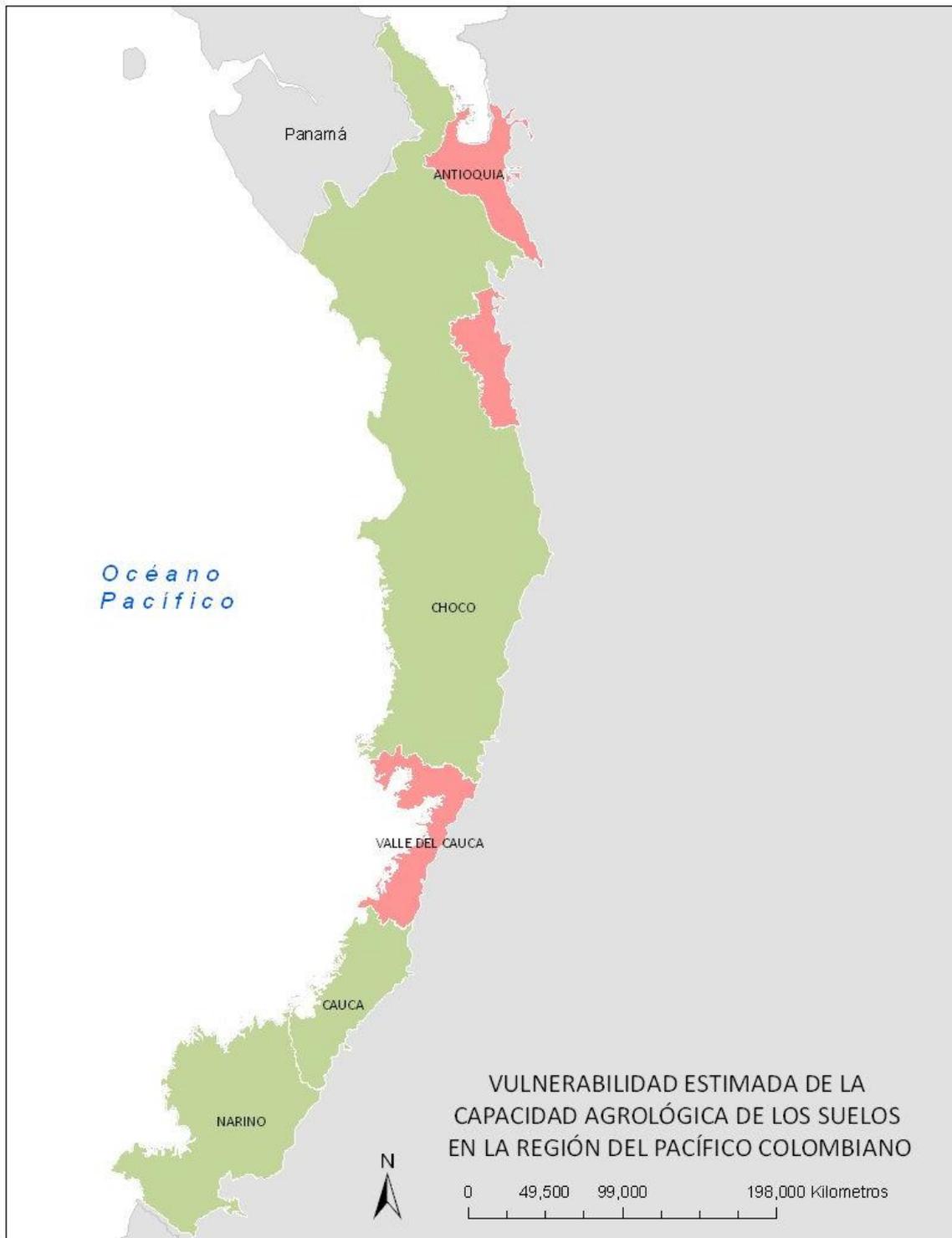
Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 69. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región Caribe Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 70. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región Andina Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 71. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región Pacífica Colombiana



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 72. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región de la Orinoquia Colombiana

A2.4 VULNERABILIDAD DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

Se analizaron los factores ambientales Seguridad Social, Población y Empleo.

A2.4.1 Estimación de la Vulnerabilidad de la Seguridad Social

El análisis de la vulnerabilidad de este factor se hace con información de los Indicadores Sociales Departamentales elaborados por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia⁵⁰ (DNP, 2006). La seguridad social está relacionada con las condiciones de vida de la población y sus niveles de pobreza.

⁵⁰ El DNP tiene como función general planificar, desarrollar y supervisar las políticas del Estado Colombiano.



Fuente: Elaboración propia con información de: IGAC – CORPOICA, 2002; Márquez, 2005, IDEAM, 2004

Figura 73. Vulnerabilidad relacionada con la Capacidad Agroecológica del suelo en la Región de la Amazonia Colombiana

Varios indicadores se han utilizado para determinar las condiciones de vida y sus niveles de pobreza, se ha escogido el Índice de Condiciones de Vida (ICV), un indicador del estándar de vida que combina variables de acumulación de bienes físicos, medido a través de las características de la vivienda y acceso a los servicios públicos domiciliarios, con otras que miden el capital humano presente y potencial a través de educación del jefe de hogar y de los mayores de 12 años y el acceso de niños y jóvenes a los servicios escolares; también toma en cuenta la composición del hogar, como hacinamiento y proporción de niños menores de 6 años en las familias. Frente a otros indicadores, el ICV presenta la ventaja de incluir un mayor número de indicadores⁵¹ que permiten precisar las razones del logro o estancamiento en las condiciones de vida de una región particular.

⁵¹ **Educación y capital humano:**

1. Educación alcanzada por el jefe del hogar
2. Educación alcanzada por personas de 12 y más años
3. Jóvenes entre 12 y 18 años que asisten a secundaria o universidad

ICV departamental

En los últimos cuatro años, el mejoramiento en las condiciones de vida, medidas por el ICV no se detiene. El promedio nacional pasó de 77,4 en 2002 a 78,8 en 2005. No obstante los niveles de pobreza aún no son aceptables y gran parte de la población Colombiana vive bajo condiciones deplorables.

Los valores de la Vulnerabilidad para el ICV, se estimaron teniendo en cuenta las recomendaciones de Márquez (2002; 2005), con algunas modificaciones de pertinencia social (Tabla 67,68), (Figuras 74-79).

Tabla 67. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para ICV en Colombia

VALOR DEL ICV	INTERPRETACIÓN	VULNERABILIDAD
ICV < 65	Pobreza Baja: Los hogares del municipio viven en precarias condiciones de vida.	V_A
65 ≥ ICV < 75	Pobreza Media: Los hogares del municipio viven en malas condiciones de vida.	V_{MA}
75 ≥ ICV < 80	Pobreza Medio Alta: Los hogares del municipio viven en regulares condiciones de vida.	V_{MB}
ICV ≥ 80	Pobreza Alta: Los hogares del municipio viven en buenas condiciones de vida.	V_B

Fuente: Elaboración propia con información de Márquez, 2005

4. Niños entre 5 y 11 años en el hogar que asisten a un establecimiento educativo

Calidad de la vivienda:

- 5. Material de las paredes
- 6. Material de los pisos

Acceso y calidad de los servicios:

- 7. Abastecimiento de agua (acueducto)
- 8. Con qué cocinan
- 9. Recolección de basuras
- 10. Servicio sanitario

Tamaño y composición del hogar:

- 11. Niños de 6 o menos años en el hogar
- 12. Número de personas por cuarto

Tabla 68. Estimación de la Vulnerabilidad para ICV de los Departamentos de Colombia

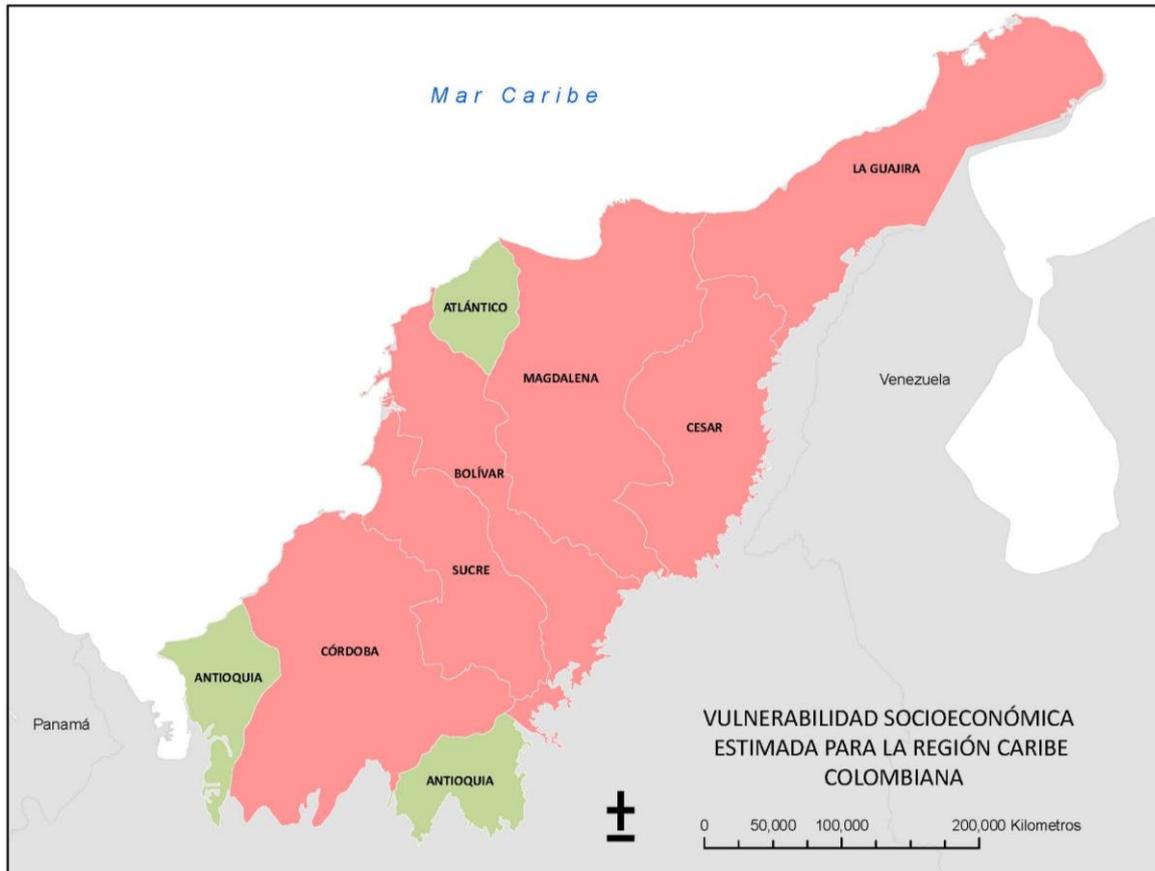
DEPARTAMENTO	VALOR ICV	Vulnerabilidad Estimada
Amazonas	79,4*	V _{MB} *
Antioquia	81,4	V _B
Arauca	60**	V _A *
Atlántico	83	V _B
Bolívar	73,7	V _{MA}
Boyacá	70,2	V _{MA}
Caldas	78,7	V _{MA}
Caquetá	70,1	V _{MA}
Casanare	71**	V _{MA} *
Cauca	72	V _{MA}
Cesar	69,4	V _{MB}
Chocó	60,5	V _A
Córdoba	68,4	V _{MA}
Cundinamarca	78,6**	V _{MA} *
Guajira	69,8	V _{MA}
Huila	73,1	V _{MA}
Magdalena	71,9	V _{MA}
Meta	78,3	V _{MB}
Nariño	69,3	V _{MA}
Norte de Santander	75,4	V _{MB}
Putumayo	69**	V _{MA} *
Quindío	81,2	V _B
Risaralda	80,7	V _B
San Andrés	76,6**	V _{MB} *
Santander	78,8	V _{MB}
Sucre	66,6	V _{MA}
Tolima	74,3	V _{MA}
Valle	83	V _B
Vichada	65,5*	V _{MA} *

Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005



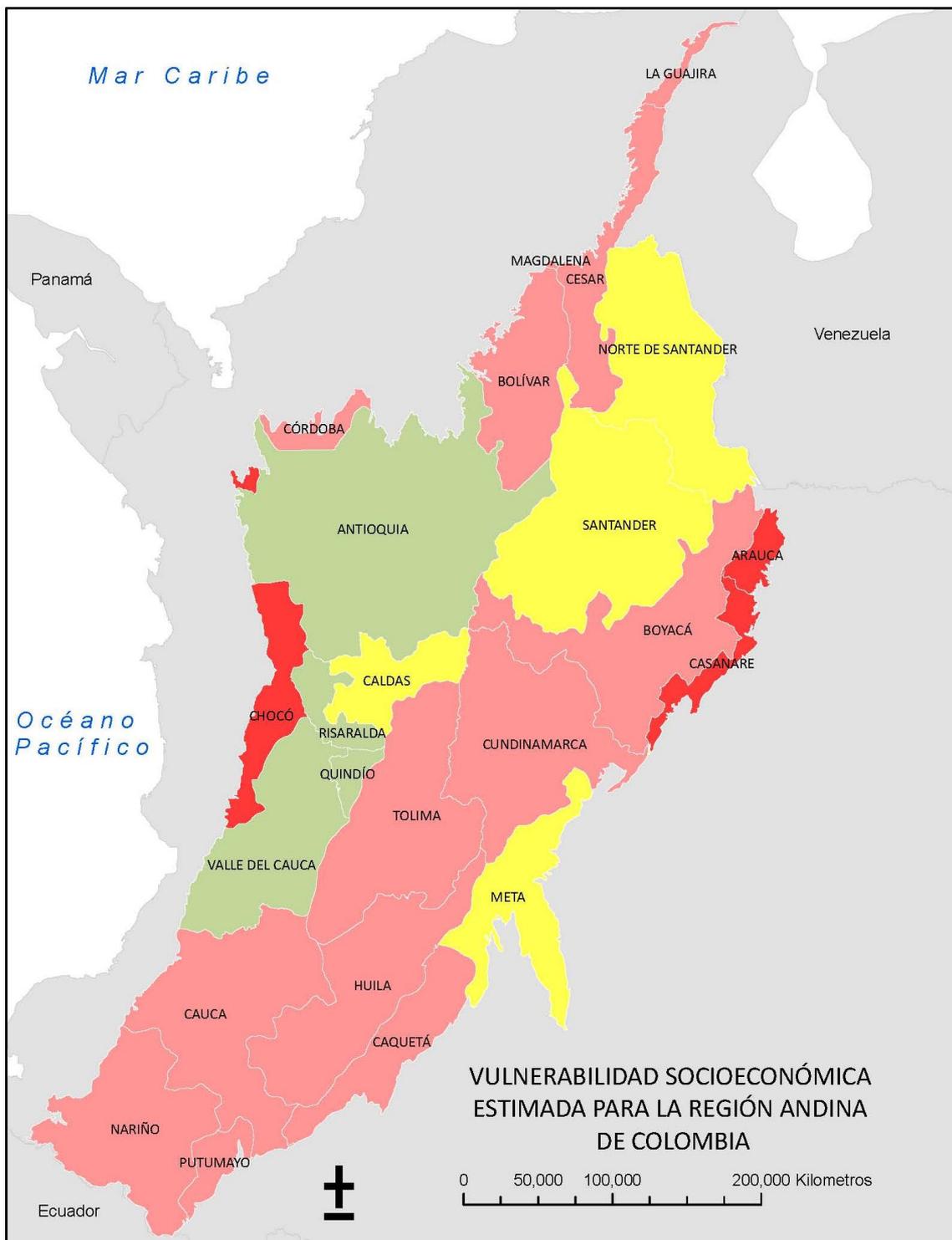
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 74. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida en Colombia



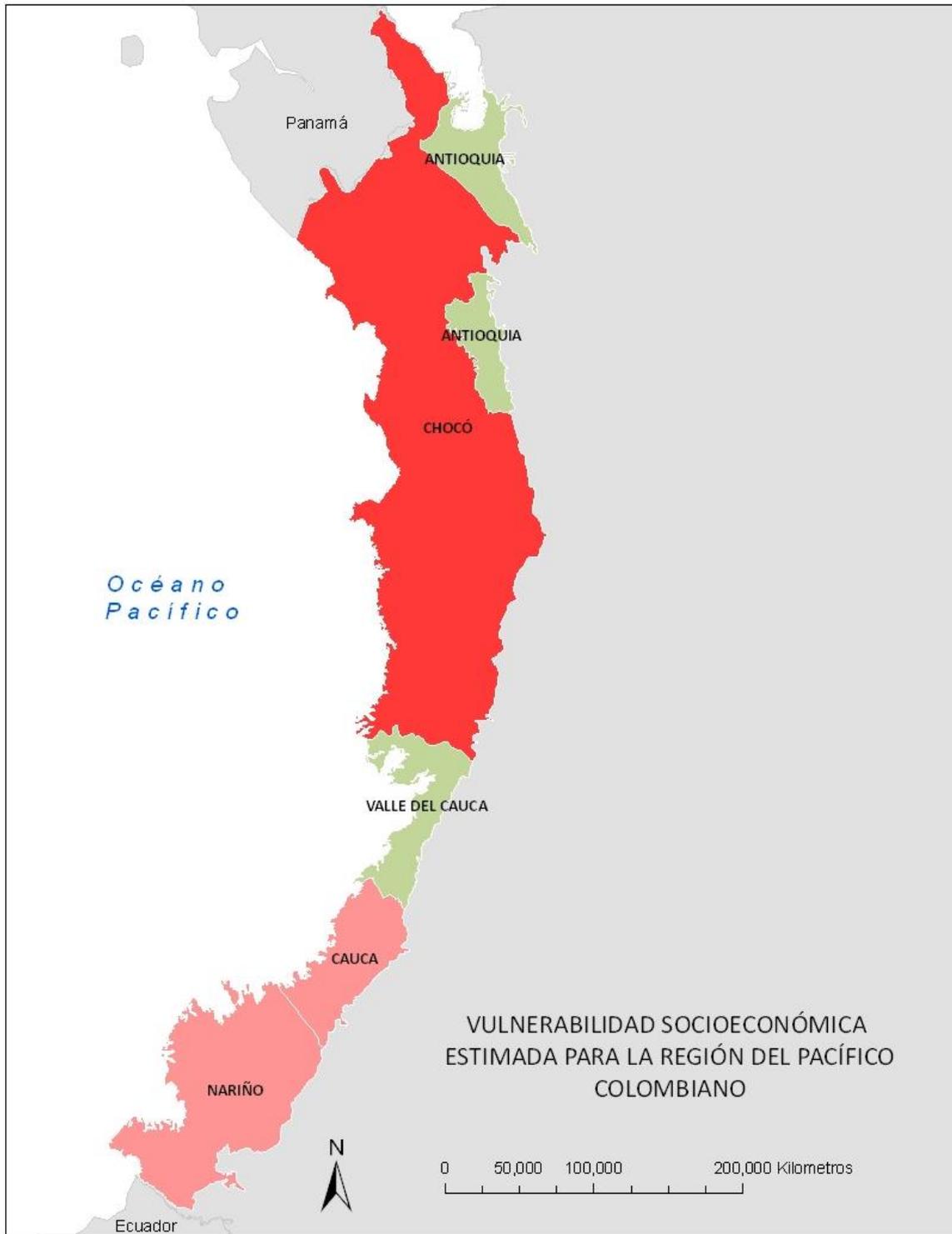
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 75. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región Caribe Colombiana



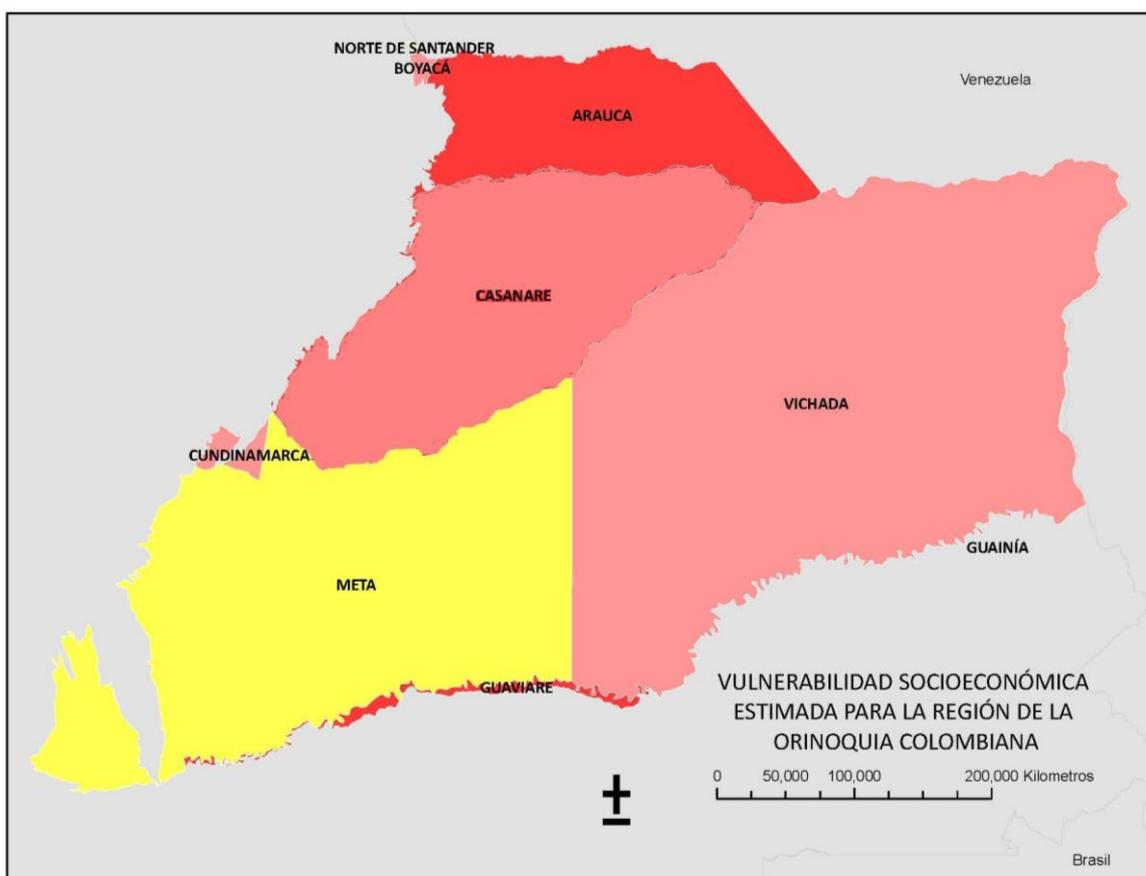
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 76. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región Andina Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 77. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región del Pacífico Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 78. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región de la Orinoquia Colombiana

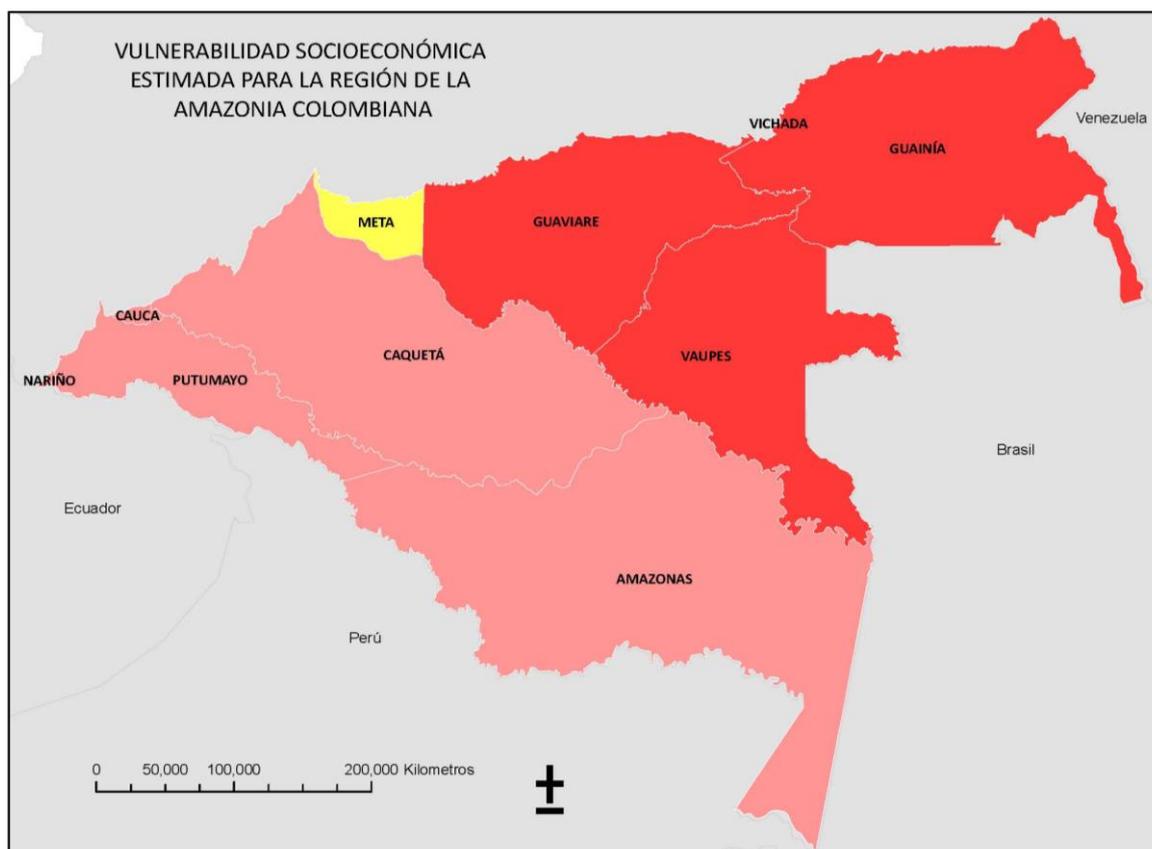
A escala departamental entre 2005 y 2008, el aumento de desempleo más importante se localiza en la región Caribe, departamentos de Bolívar (9,8% a 11,5%), Cesar (6,2% a 13,9%), Guajira (5,9% a 15,6%), Magdalena (7,1% a 11,5%) y Sucre (6,2 a 12,2) y Choco en la Región Pacífica (8,6 % a 13,6%). La disminución más importante, se encuentra en Bogotá (13,1% a 10,5%), Norte de Santander (13,2% a 10%) y Quindío (17,5% a 13,7%).

Para la estimación de la Vulnerabilidad del Empleo se utilizó el indicador Tasa de desempleo que establece una relación porcentual entre el número de personas que buscan trabajo y el número de las que integran la fuerza laboral. Los valores cualitativos de la Vulnerabilidad fueron establecidos teniendo en cuenta que la tasa de desempleo socialmente aceptable se encuentra entre 5.0% a 5.5%, y que la meta del gobierno nacional es tener una tasa de desempleo para 2010 del 8% (Tabla 69), además de la variación del desempleo en el periodo 2005-2008. Colombia tiene una tasa de desempleo del 11.1 % para

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

el 2008, superior al promedio de América Latina y del mundo que es de 8,5% y 6.1% respectivamente (OIT, 2008).

La Vulnerabilidad para el empleo se presenta en la Tabla 70 y las Figuras 80-84.



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 79. Vulnerabilidad relacionada con las Condiciones de Vida para la región de la Amazonia Colombiana

Tabla 69. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para el empleo en Colombia

VALOR DE LA TASA DE DESEMPLEO EN %	VULNERABILIDAD
> 10	V_A
> 7,5 - 10	V_{MA}
> 5,5 – 7,5	V_{MB}
< 5,0	V_B

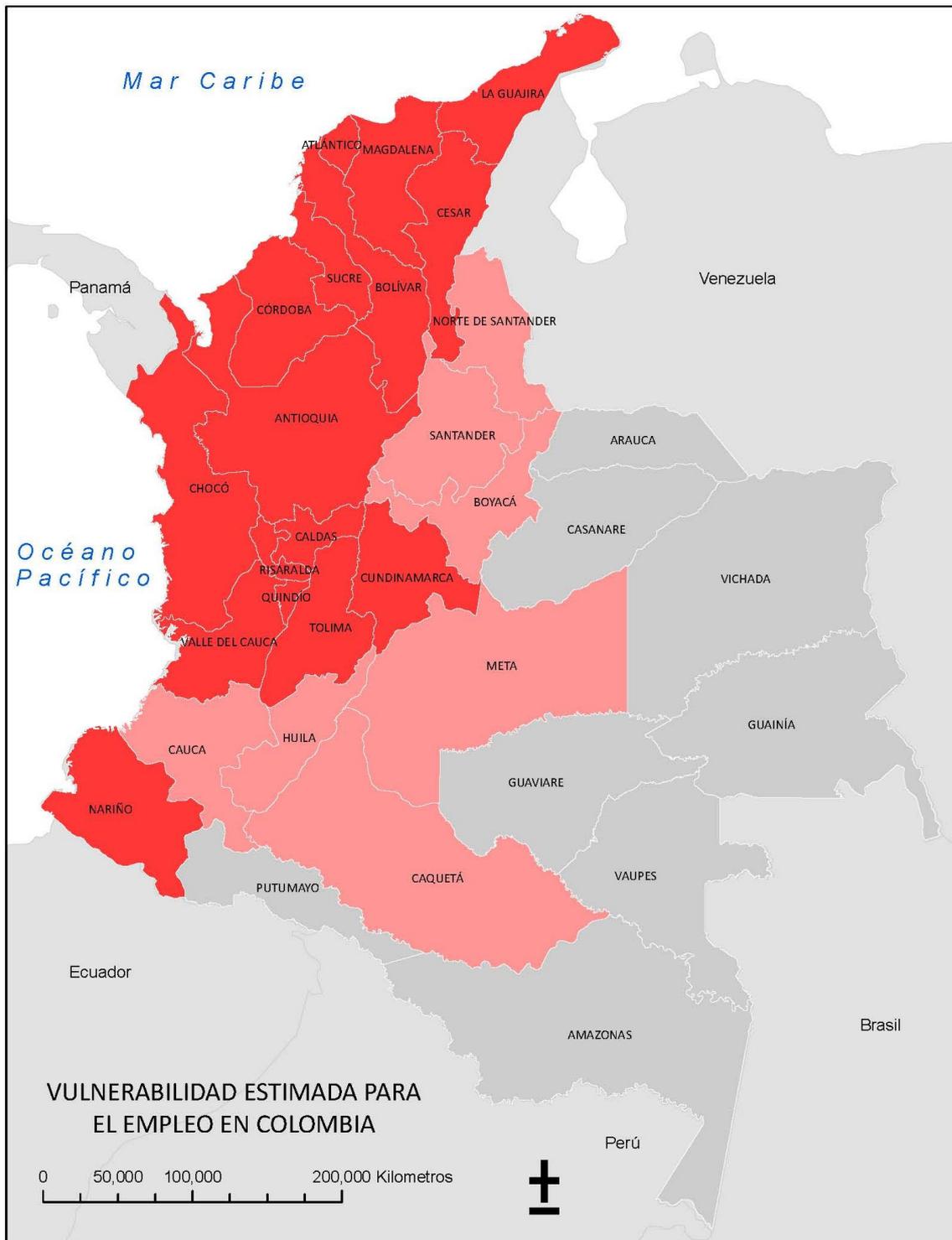
Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Estimación de la Vulnerabilidad para el empleo de los Departamentos de Colombia

DEPARTAMENTOS	TASA DE DESEMPLEO 2005	TASA DE DESEMPLEO 2008	VULNERABILIDAD
Antioquia	12.3	11,2	V _A
Atlántico	12.8	12,1	V _A
Bogotá, D.C	13.1	10,5	V _A
Bolívar	9.8	11,5	V _A
Boyacá	9.1	9,2	V _{MA}
Caldas	13.6	11,3	V _A
Caquetá	6.8	9,2	V _{MA}
Cauca	9.7	9,3	V _{MA}
César	6.2	13,9	V _A
Córdoba	13.6	13,5	V _A
Cundinamarca	10	10,5	V _A
Chocó	8.6	13,6	V _A
Huila	12	9,6	V _{MA}
La Guajira	5.9	15,6	V _A
Magdalena	7.1	11,5	V _A
Meta	10.9	9,9	V _{MA}
Nariño	11.9	12,3	V _A
Santander N.	13.2	10,0	V _{MA}
Quindío	17.5	13,7	V _A
Risaralda	13.4	12,0	V _A
Santander	12	9,8	V _{MA}
Sucre	6.2	12,2	V _A
Tolima	13.8	12,7	V _A
Valle	12.5	10,9	V _A
Total Nacional		11,1	V _A

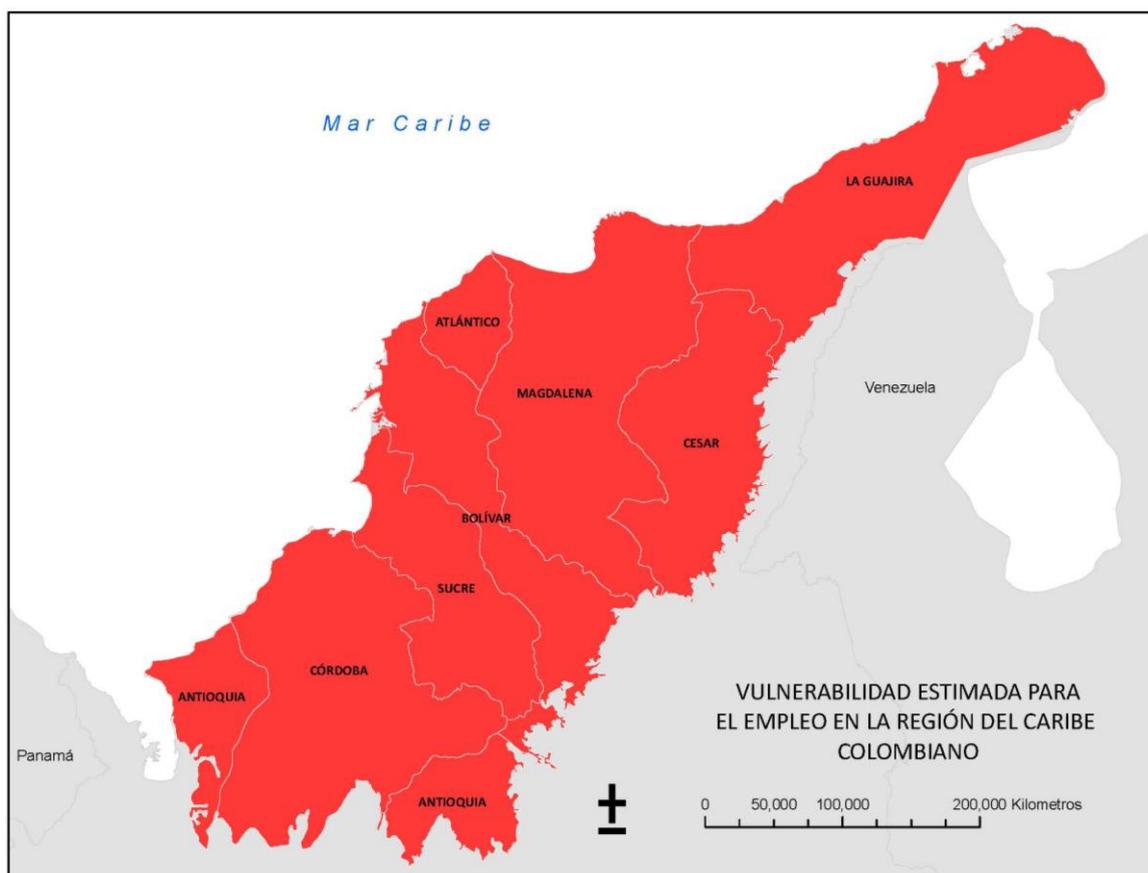
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; DANE, 2008

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA



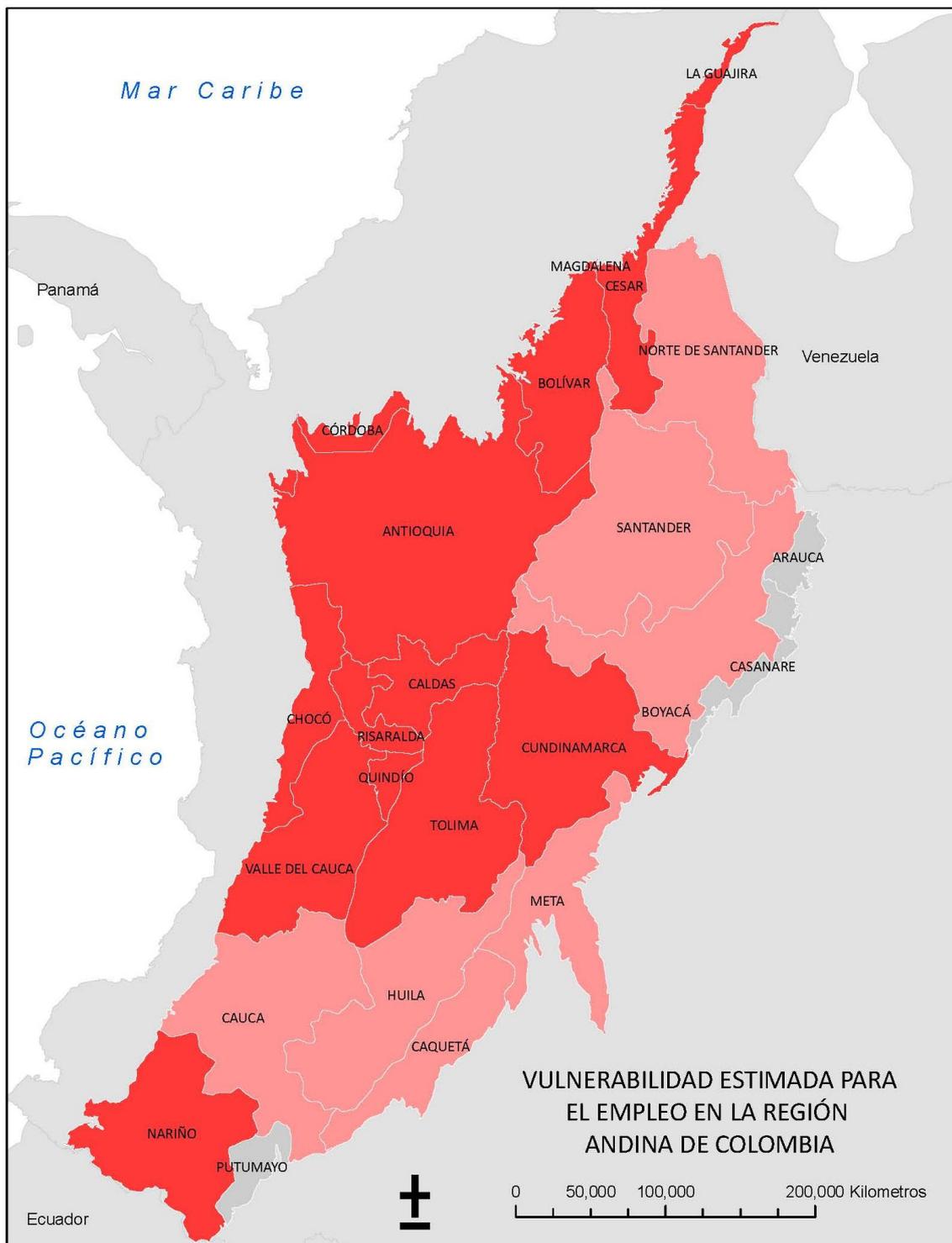
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 80. Vulnerabilidad relacionada con el empleo en Colombia



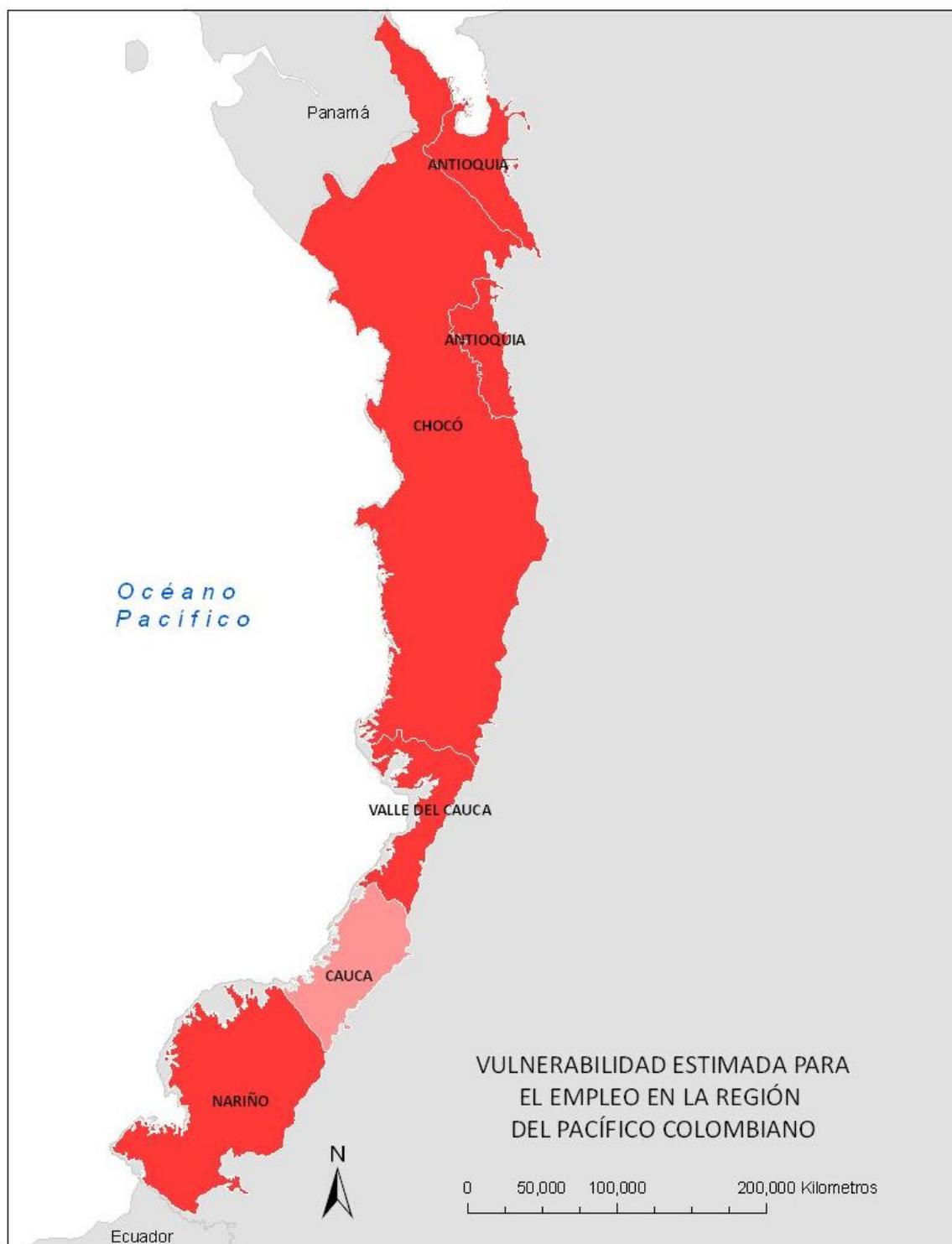
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 81. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región Caribe Colombiana



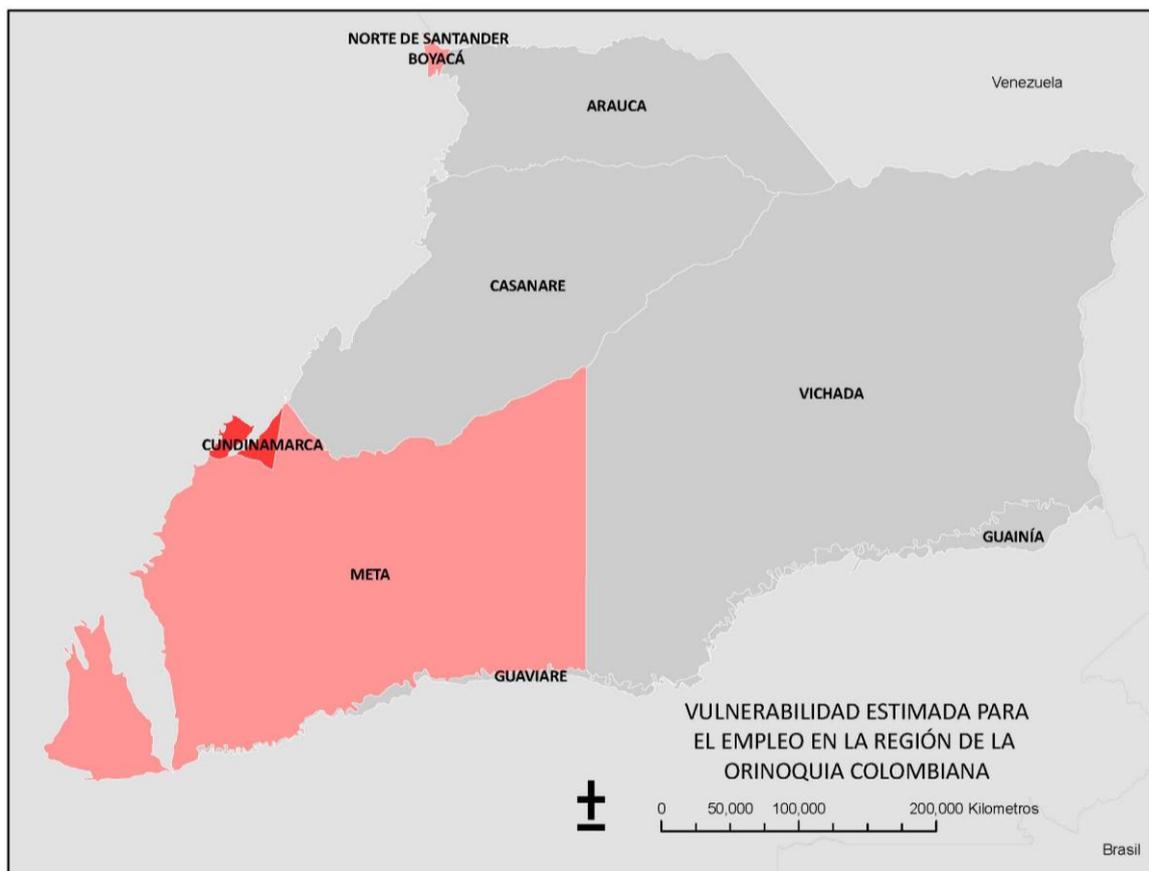
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 82. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región Andina Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 83. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región del Pacífico Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 84. Vulnerabilidad relacionada con el empleo para la región de la Orinoquia Colombiana

A2.4.3 Estimación de la Vulnerabilidad para la educación en Colombia

Para el análisis de la Vulnerabilidad de la educación en Colombia se utilizaron los resultados del Informe de progreso educativo de Colombia 2006, (CORPOEDUCACIÓN et al, 2006) y los indicadores Departamentales para 2006 (DNP, 2006).

A la educación se le otorga una función preventiva y otra remedial. Preventiva, pues a través de garantizar el acceso, la calidad, una dotación suficiente de recursos educativos y la adquisición de un conjunto de competencias básicas facilita el acceso al mercado laboral. Remedial porque puede ofrecer medidas de carácter compensatorio que permitan igualar las oportunidades (DNP, 2006).

Colombia ha avanzado en el tema de la educación considerablemente. Si se le compara con la situación de los últimos 25 años, actualmente la población mayor de 15 años

ha alcanzado en promedio 7,9 años de educación, lejos de los que la Constitución en el artículo 67 ha definido como obligatorios: un año de preescolar y nueve de educación básica (10 años de educación obligatoria y gratuita). Los Departamentos de Valle, Atlántico y el Distrito Capital de Bogotá superan el número de años promedio del nivel nacional, mientras por debajo de 6,5 años promedio están Caquetá, Chocó y Nariño (DNP, 2006).

A pesar de estos avances en educación en Colombia, quedan muchos retos por delante. Se estima que cerca de un millón de niños y jóvenes no están estudiando, principalmente los más pobres y los que viven en zonas rurales. Además, 7 de cada 100 personas mayores de 15 años no saben leer ni escribir; los colombianos tienen 8,3 años promedio de educación, lo que significa que muchos no han terminado la básica secundaria. La reprobación y la deserción escolar son altas, especialmente en los tres primeros grados de básica primaria. Se han detectado dos causas principales por las que los niños y jóvenes no estudian: la falta de dinero y el poco gusto por estudiar. Adicionalmente, los resultados en las pruebas de calidad muestran que muy pocos estudiantes pueden aplicar en su vida cotidiana lo que aprenden en el colegio. Los resultados del país en pruebas internacionales también son bajos.

Por ello es necesario seguir mejorando la formación inicial de los maestros y brindar más incentivos para que los buenos profesionales ingresen y se queden en la carrera docente. También se requiere fortalecer a las secretarías de educación para que asesoren a las instituciones educativas, y para que estas últimas rindan cuentas sobre sus resultados a los padres de familia y a la sociedad. (CORPOEDUCACIÓN et al, 2006).

La evaluación del progreso de la educación en Colombia entre 2000 y 2005 calificada mediante una que va de 1 (deficiente) a 5 (excelente), se presenta en la Tabla 71. Estas calificaciones, reflejan una visión sobre el estado actual de los principales indicadores y prácticas educativas.

Los habitantes de las zonas rurales y los más pobres tienen menos años promedio de educación. Entre 2000 y 2005, el nivel de escolaridad de los colombianos entre 25 y 59 años de edad aumentó: pasó de 7,5 a 8,3. Éste es menor en las zonas rurales que en las urbanas: 4,8 y 9,3 años de educación, respectivamente. También hay marcadas diferencias entre departamentos, en Bogotá una persona tiene 11,5 años de educación, en tanto que en Nariño tiene 7,6.

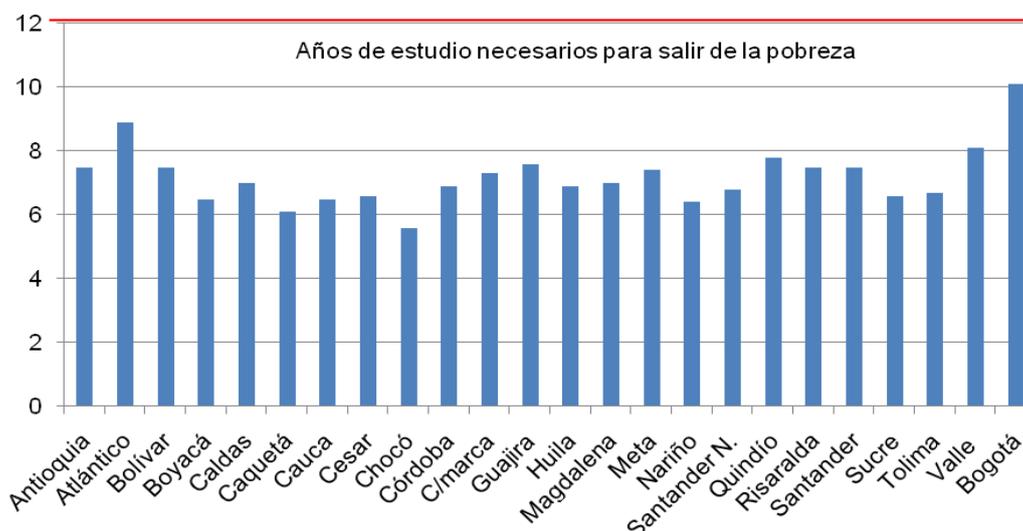
ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Finalmente, una persona entre 15 y 40 años que pertenece al 10% más rico de la población tiene 12,9 años de escolaridad, en tanto que una del 10% más pobre tiene 6,3. Esto es muy significativo, ya que se estima que para salir de la pobreza es necesario haber cursado, como mínimo, 12 años de educación (CORPOEDUCACION, 2006; DNP, 2006), y en la totalidad de los departamentos de Colombia no se alcanza este promedio (Figura 85).

Tabla 71. Calificación del progreso educativo en Colombia entre 2000 y 2005

CONCEPTO	CALIFICACIÓN
ACCESO Y COBERTURA	3
EFICIENCIA	2
CALIDAD	2
EQUIDAD	2
FORMACIÓN DOCENTE	4
INVERSIÓN	3

Fuente: CORPOEDUCACIÓN et al, 2006



Fuente Elaboración propia con información de: DNP, 2006; CORPOEDUCACIÓN, 2006)

Figura 85. Promedio de años de estudio para la población mayor de 15 años en los Departamentos de Colombia

ANEXO 2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

En relación a la cobertura educativa, se observan promedios bajos en educación Básica Secundaria y Media con 57% y 29% respectivamente, y coberturas aceptables en educación de transición (68%) y primaria (82%).

Para la estimación de la Vulnerabilidad se toma en cuenta que todo ciudadano Colombiano debe de manera obligatoria tener como mínimo, de acuerdo al artículo 67 de la Constitución Política de Colombia, 10 años de educación⁵² y la cobertura educativa. Los valores asignados para la vulnerabilidad se presentan en la Tabla 72.

Tabla 72. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para la educación en Colombia

AÑOS DE ESTUDIO PROMEDIO POR PERSONA > 15 AÑOS	VULNERABILIDAD
≤ 7	V_A
> 7 - 8	V_{MA}
> 8 – 10	V_{MB}
≥ 10	V_B

Fuente: Elaboración propia

La Vulnerabilidad de la Educación para los Departamento de Colombia se presenta en la Tabla 73 y en las figuras 86-90.

Tabla 73. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Educación de los Departamentos de Colombia

DEPARTAMENTO	PROMEDIO DE AÑOS DE ESTUDIO POBLACIÓN MAYOR A 15 AÑOS	VULNERABILIDAD ESTIMADA
Antioquia	7,5	V_{MA}
Arauca	IND*	IND*

Continúa en la siguiente pagina

⁵² Constitución Política de Colombia, Artículo 67°. La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social que será obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica.

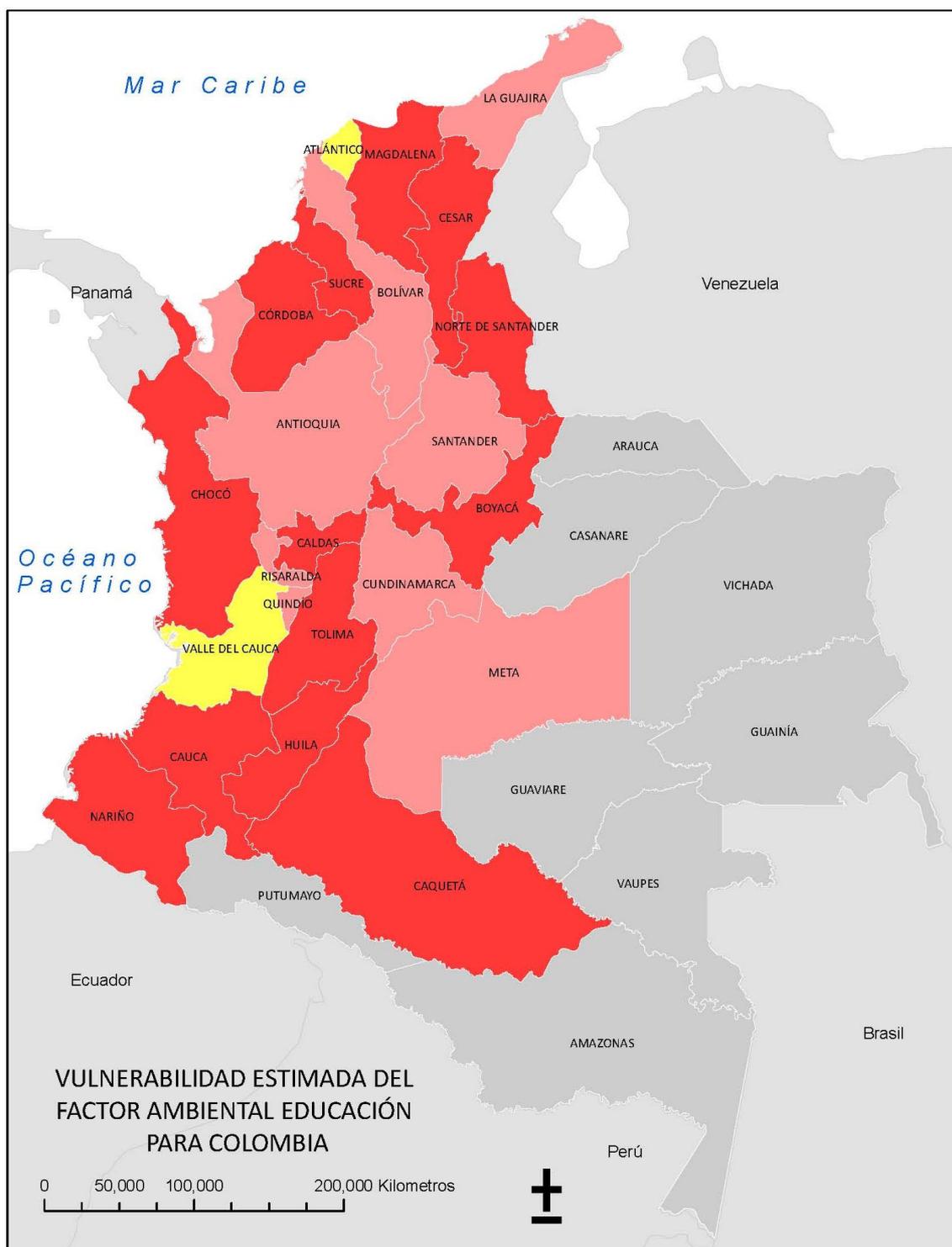
ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

DEPARTAMENTO	PROMEDIO DE AÑOS DE ESTUDIO POBLACIÓN MAYOR A 15 AÑOS	VULNERABILIDAD ESTIMADA
Atlántico	8,9	V _{MB}
Bolívar	7,5	V _{MA}
Boyacá	6,5	V _A
Caldas	7,0	V _A
Caquetá	6,1	V _A
Casanare	IND*	IND*
Cauca	6,5	V _A
Cesar	6,6	V _A
Chocó	5,6	V _A
Córdoba	6,9	V _A
Cundinamarca	7,3	V _{MA}
Guajira	7,6	V _{MA}
Huila	6,9	V _A
Magdalena	7,0	V _A
Meta	7,4	V _{MA}
Nariño	6,4	V _A
Norte de Santander	6,8	V _A
Quindío	7,8	V _{MA}
Risaralda	7,5	V _{MA}
Santander	7,5	V _{MA}
Sucre	6,6	V _A
Tolima	6,7	V _A
Valle	8,1	V _{MB}
Bogotá	10,1	V _B

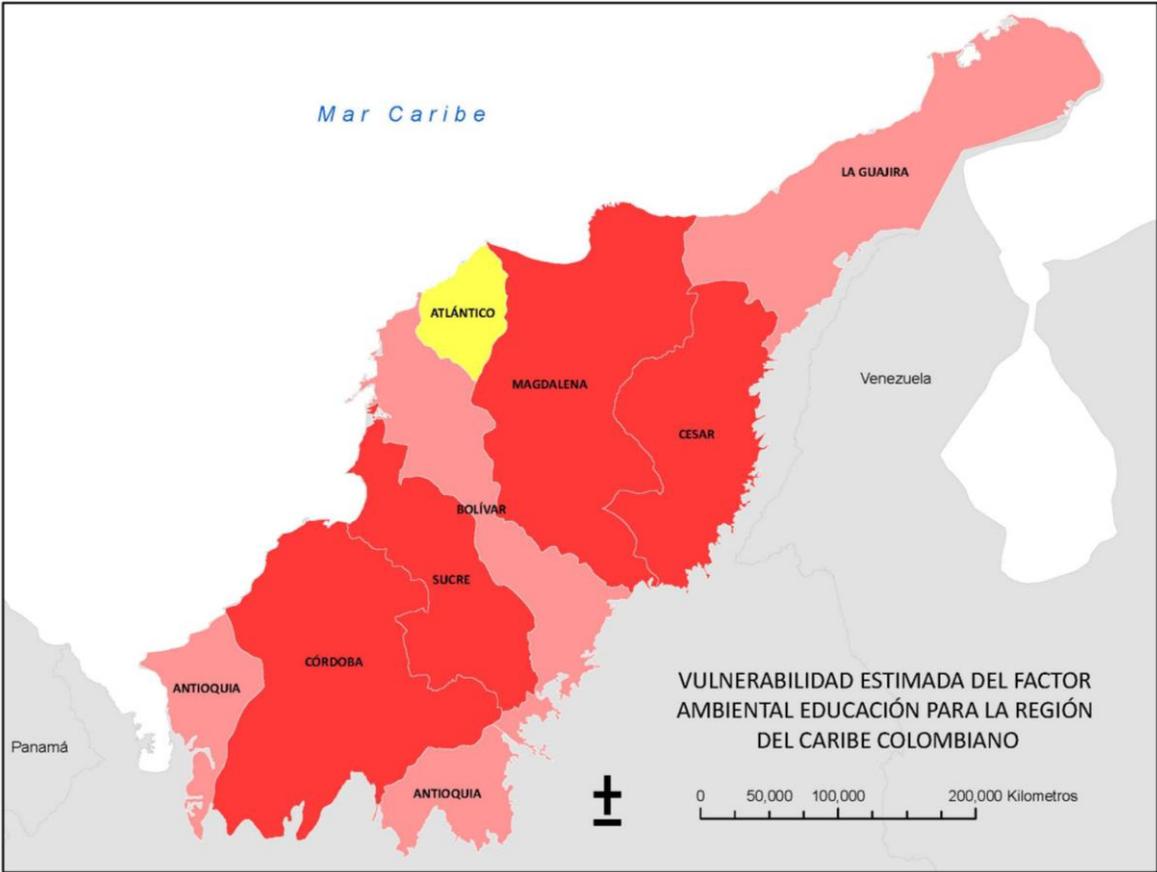
* Información No disponible (IND)

Fuente: Elaboración propia con información de DNP, 2006; CORPOEDUCACION et al, 2006



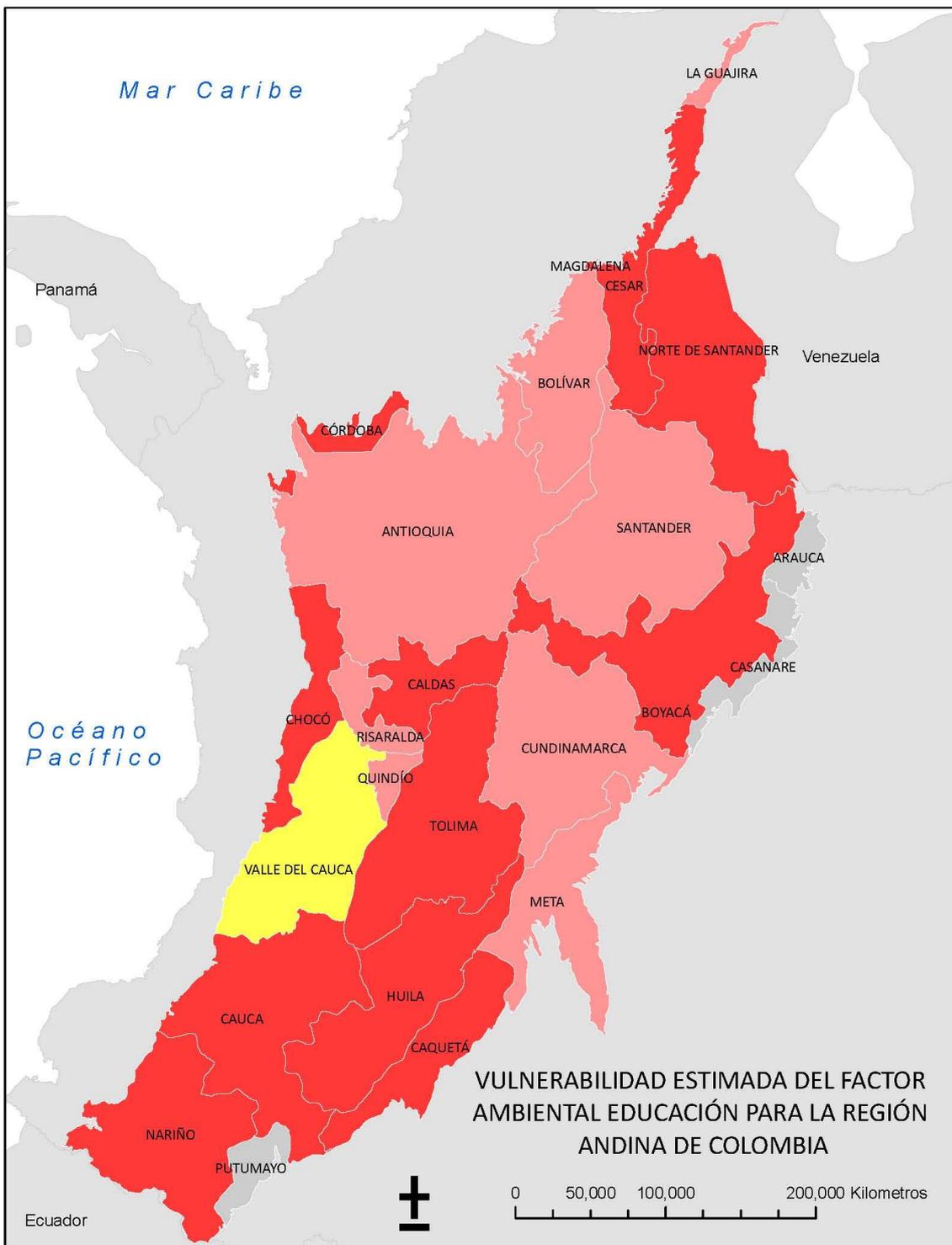
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 86. Vulnerabilidad relacionada con la educación en Colombia



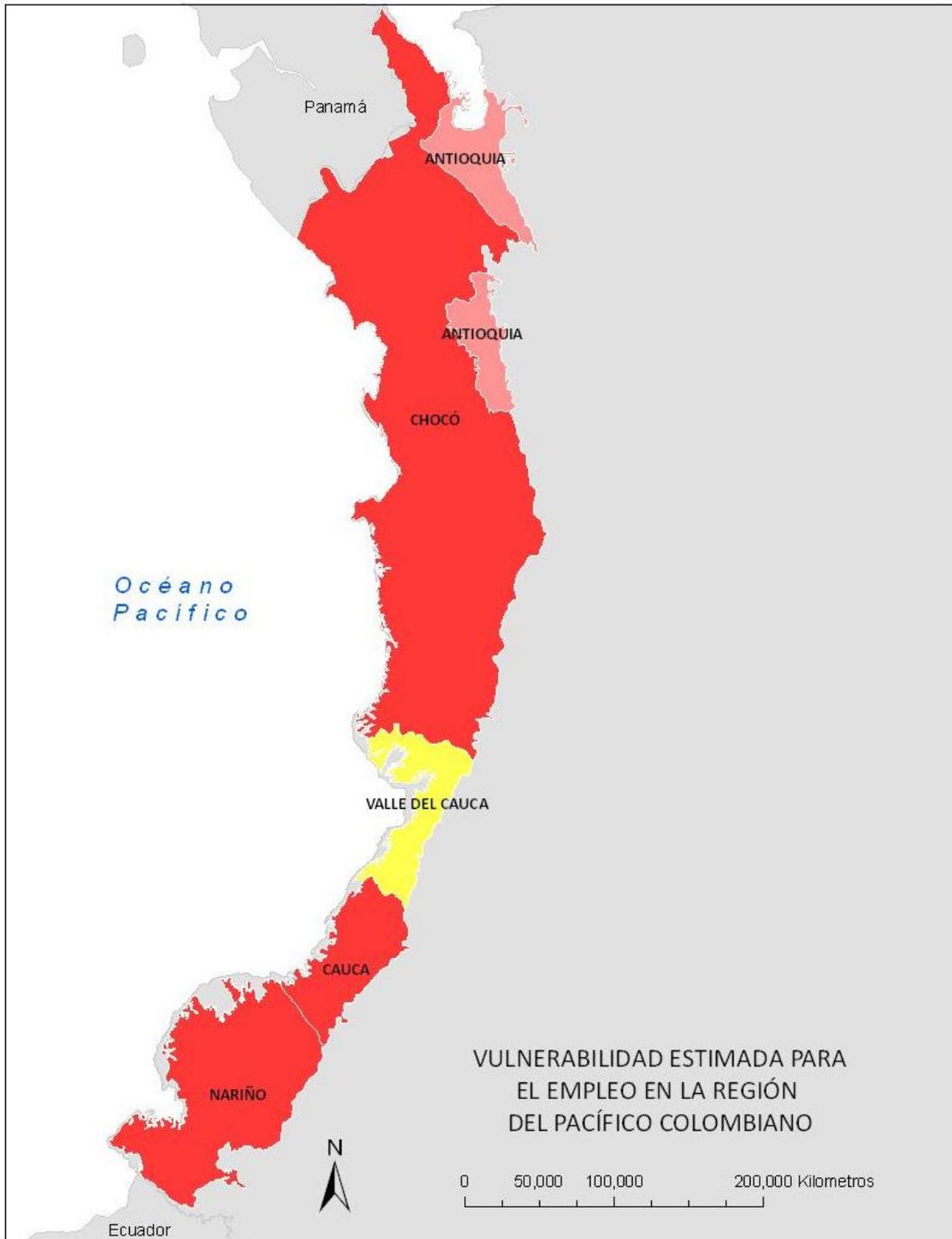
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 87. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región Caribe Colombiana



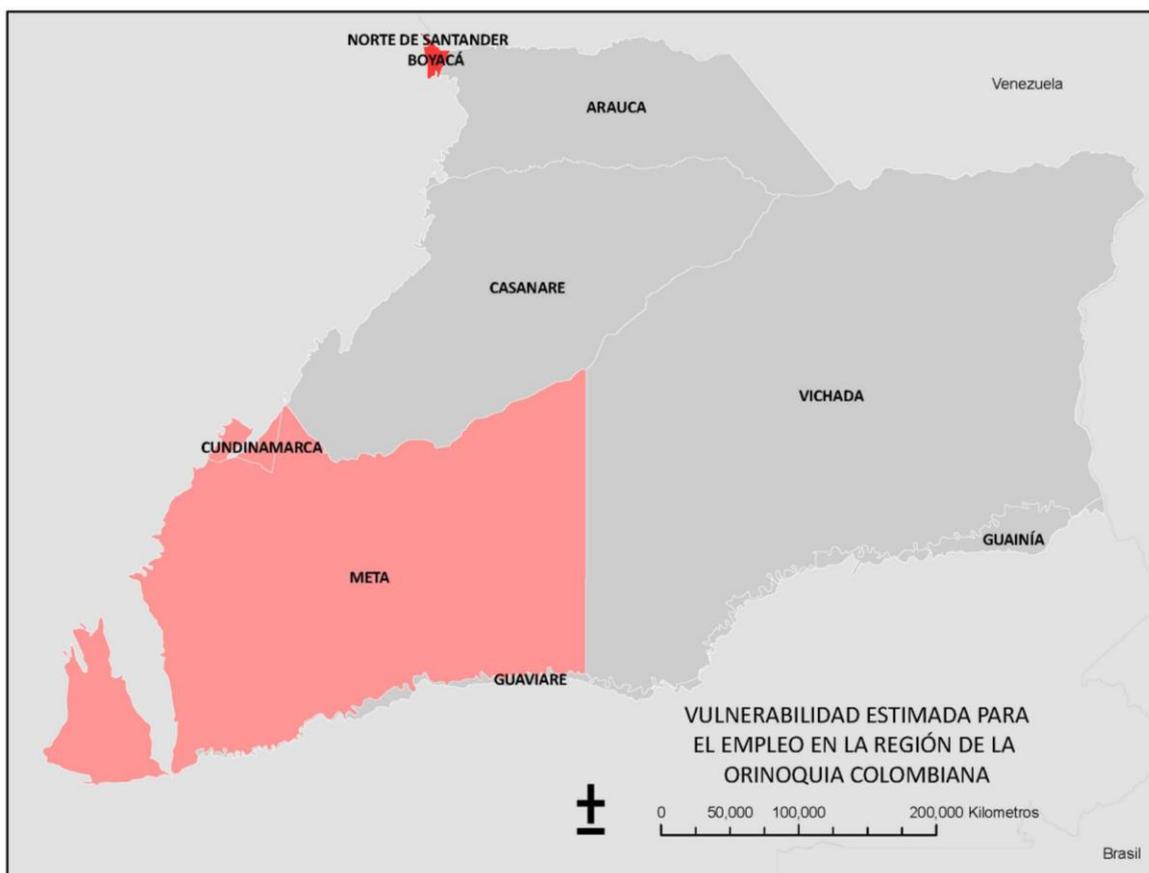
Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 88. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región Andina Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Tovar y García, 2006; Márquez, 2005

Figura 89. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región del Pacífico Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de DNP, 2006; Márquez, 2005

Figura 90. Vulnerabilidad relacionada con la educación para la región de la Orinoquia Colombiana

A2.4.4 Estimación de la Vulnerabilidad para el factor Población

El ser humano utiliza su territorio para el desarrollo de actividades económicas, sociales y culturales. En el contexto social se involucra la demanda de bienes y servicios derivados de los recursos naturales que transforman espacios a e introducen especies exóticas para el mejoramiento de la dieta alimentaria; la expansión de la infraestructura como sinónimo de desarrollo económico, social y humano y la extracción y manejo de recursos con fines alimenticios (IAvH, 2008).

Sin embargo, en la búsqueda de su bienestar, en la satisfacción de sus necesidades básicas y con la esperanza de un desarrollo económico, se generaron grandes presiones sobre los componentes de los ecosistemas transformando el territorio y sus recursos

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

naturales (IDEAM 2002). Dentro de éstas se encuentra la constante evolución de la población con una tendencia hacia su crecimiento y concentración que traen como consecuencia un aumento en la intervención del territorio (IDEAM 2002). El crecimiento de la población trae consigo un incremento de la contaminación o disposición inadecuada de los desechos líquidos y/o sólidos a los cuerpos de agua, suelo y aire afectando la capacidad de asimilación natural de tales desechos (Rudas, 2003).

Conocer la concentración de la población con respecto a un espacio, es una forma aproximada de conocer las necesidades y actividades humanas y su relación con el medio físico-biótico, socioeconómico y cultural que lo rodea. En este estudio se abordan dos indicadores demográficos

- i. El índice “densidad poblacional total”, que expresa el número total de habitantes de un área de interés, en relación con la superficie del mismo que estos ocupan.
- ii. El indicador “Tasa de cambio promedio anual de la densidad de población”, que estima el promedio anual de variación en el número total de habitantes por unidad de superficie de los municipios con territorios asociados a un área de interés, en este caso, cada una de las corporaciones autónomas regionales.

La región de los Andes colombianos presenta la mayor concentración de población con respecto al nivel nacional, con un porcentaje de población que alcanza el 77,4%.

La densidad poblacional de las grandes ciudades, Bogotá, Cali y Medellín, son las más altas del país, en los tres periodos censales oficiales. Por otra parte, la población del área de influencia de las Corporaciones Autónomas CDMB, CRQ, CARDER, CAR, CORPOCALDAS, CVC y CORNARE son las de mayor. Por el contrario, CORPORINOQUIA, CORPOAMAZONIA, CVS, CODECHOCÓ, CSB y CORMACARENA son las que presentan las menores densidades de población por km² para el 1985 y 1993. En el año 2005, CORPOURABÁ presenta el menor valor de densidad poblacional, mientras que CORPORINOQUIA creció en este periodo (IAvH, 2008).

El crecimiento poblacional en los Andes colombianos ha sido alto, principalmente en las áreas de influencia de las autoridades ambientales territoriales urbanas de Bogotá, Cali y Medellín y la Corporación Autónoma del Sur de Bolívar (CSB), dentro del periodo comprendido entre 1985 a 2005. Este crecimiento tiene relación con el desplazamiento de los habitantes de otras regiones del país a los cascos urbanos principales y en áreas donde la influencia económica es alta buscando permanentemente elevar su bienestar y su calidad de vida. Igualmente, en las áreas de las autoridades del oriente de Cundinamarca

(CORPOGUAVIO y CORPOCHIVOR) así como Cormacarena y CAS son las que presentan un decrecimiento en la tasa poblacional en el periodo analizado (IAvH, 2008).

Para la estimación de la Vulnerabilidad se toma como referente el calculo de la Densidad Poblacional con relación a la amenaza a la Biodiversidad, propuesta por el IAvH (IAvH, 2008) (Tabla 74). Los valores asignados para la vulnerabilidad se presentan en la Tabla 75 y en las figuras 91-96.

Tabla 74. Rangos para la asignación de la Vulnerabilidad para la educación en Colombia

DENSIDAD POBLACIONAL	VULNERABILIDAD
ALTA	V_A
MODERADA ALTA	V_{MA}
MEDIA	V_{MB}
BAJA	V_B

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Estimación de la Vulnerabilidad para el Factor Ambiental Densidad Poblacional por Corporaciones Autónomas

CORPORACIÓN AUTONOMA	DENSIDAD POBLACIONAL	VULNERABILIDAD ESTIMADA
CODECHOCO	MEDIA	V_{MB}
CAR	ALTA	V_A
CORPOBOYACÁ	BAJA	V_B
CARDER	MEDIA	V_{MB}
CDMB	ALTA	V_A
CORPOGUAJIRA	BAJA	V_B

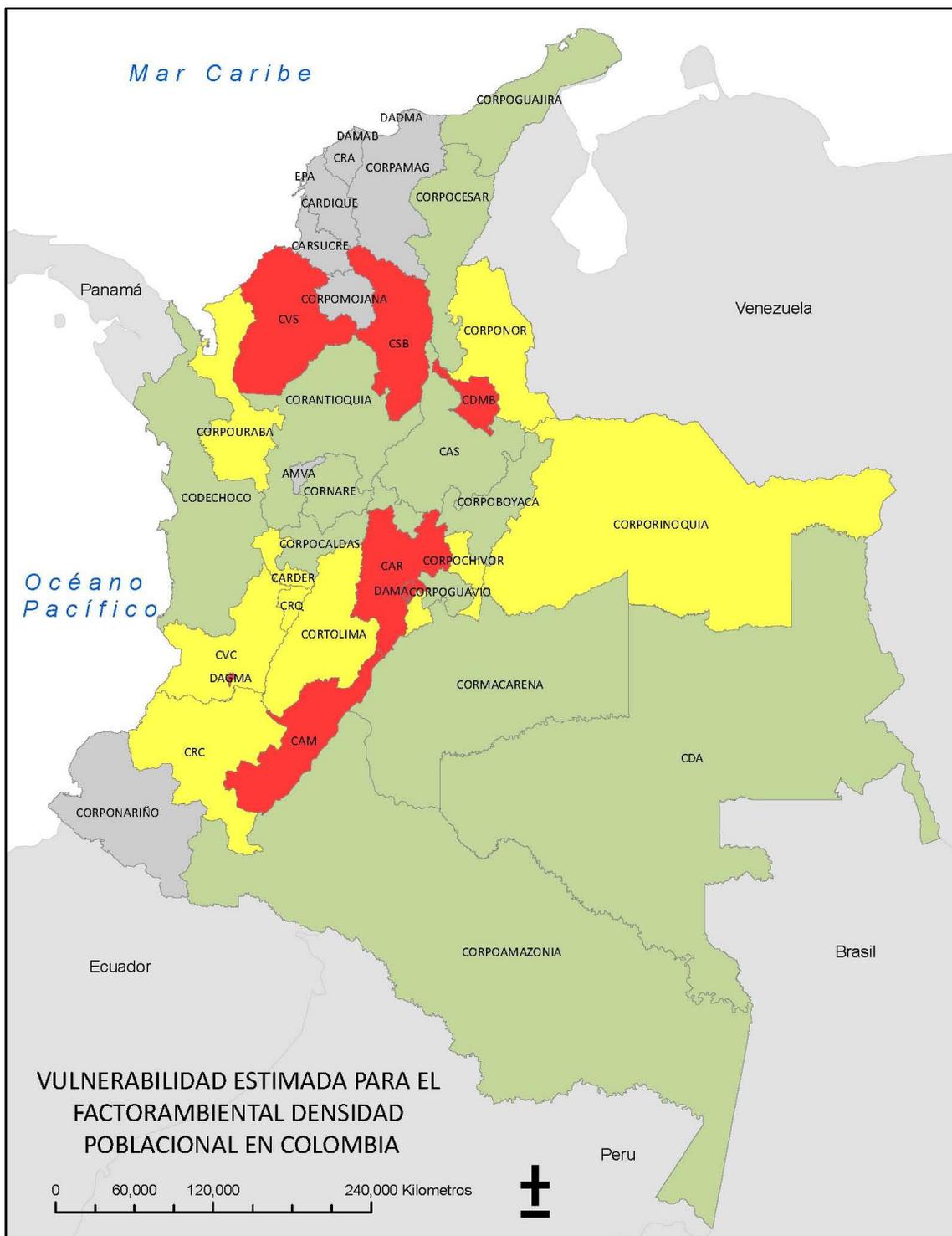
Continua en la siguiente pagina

ANEXO 2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Continuación

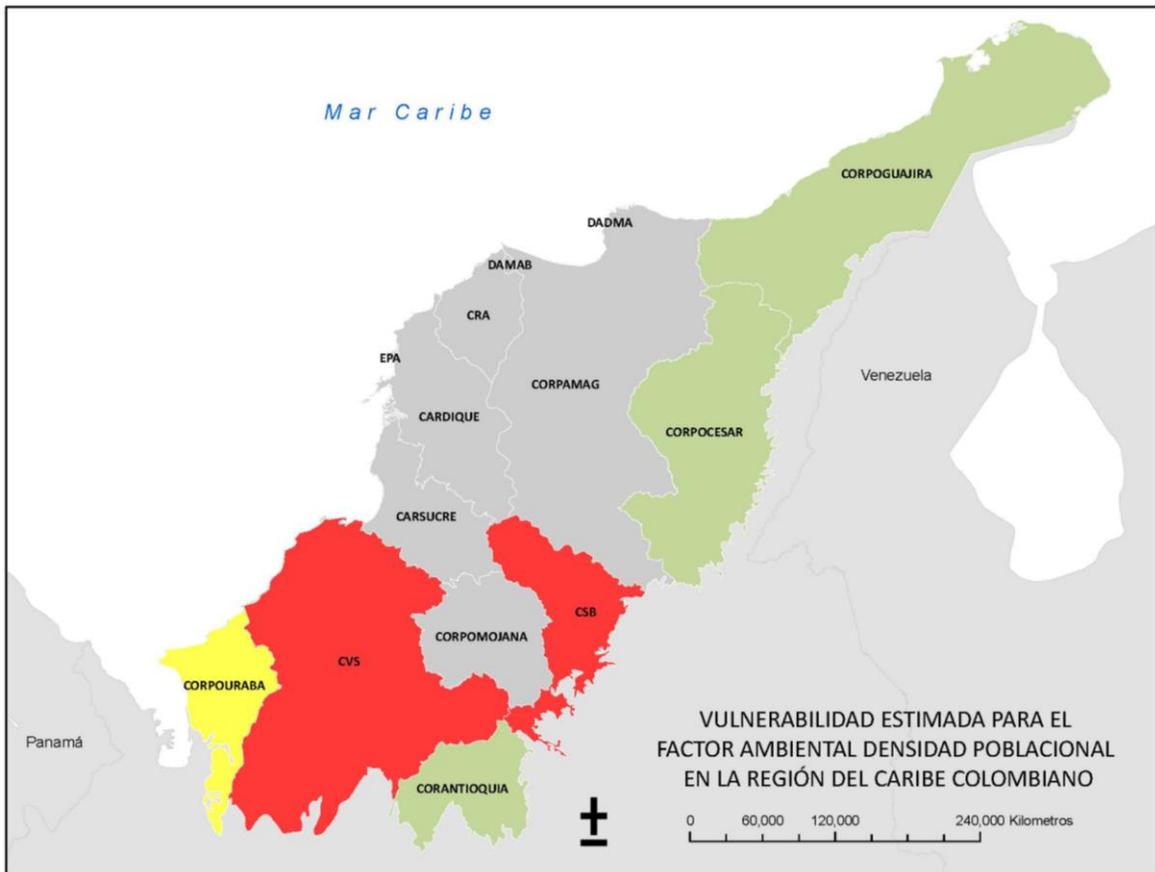
CORPORACIÓN AUTÓNOMA	DENSIDAD POBLACIONAL	VULNERABILIDAD ESTIMADA
CORNARE	BAJA	V _B
CORPOCALDAS	BAJA	V _B
CORPONOR	MEDIA	V _{MB}
CORTOLIMA	MEDIA	V _{MB}
CRC	MEDIA	V _{MB}
CVC	MEDIA	V _{MB}
DAGMA	ALTA	V _A
DAMA	ALTA	V _A
CAS	BAJA	V _B
CORANTIOQUIA	BAJA	V _B
CRQ ¹	MEDIA	V _{MB}
CAM ³	ALTA	V _A
CORPOCESAR	BAJA	V _B
CORPOAMAZONIA ⁴	<u>BAJA</u>	V _B
CORPORINOQUIA ⁵	MEDIA	V _{MB}
CORMACARENA ⁶	BAJA	V _B
CDA ⁷	<u>BAJA</u>	V _B
CVS ¹¹	ALTA	V _A
CSB ¹²	ALTA	V _A
CORPOURABA ¹³	MEDIA	V _{MB}
CORPOCHOCO ¹⁴	BAJA	V _B
CORPOCHIVOR	MEDIA	V _{MB}
CORPOGUAVIO	BAJA	V _B

Fuente: Elaboración propia con información de IAVH, 2008



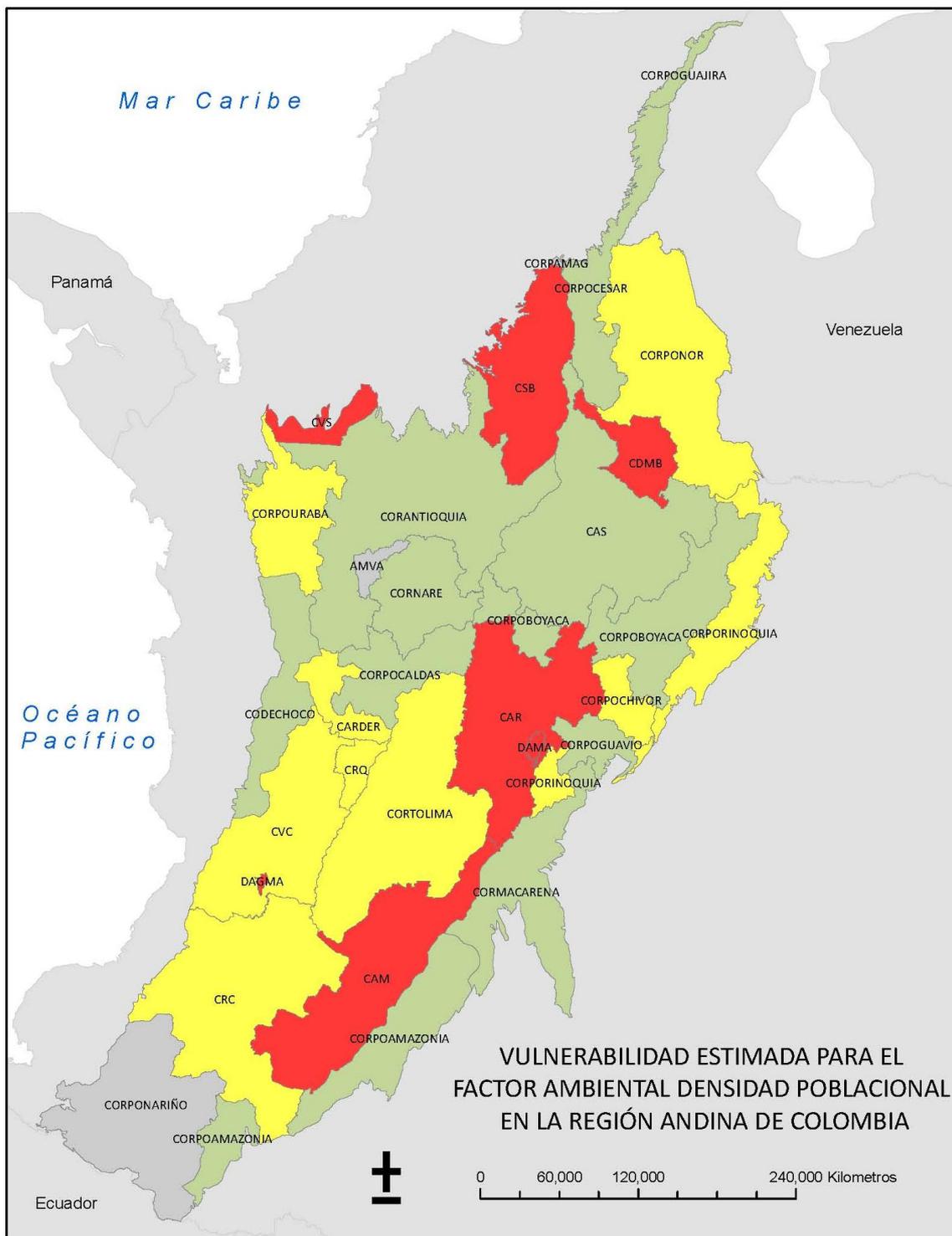
Fuente: Elaboración Propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 91. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional en Colombia



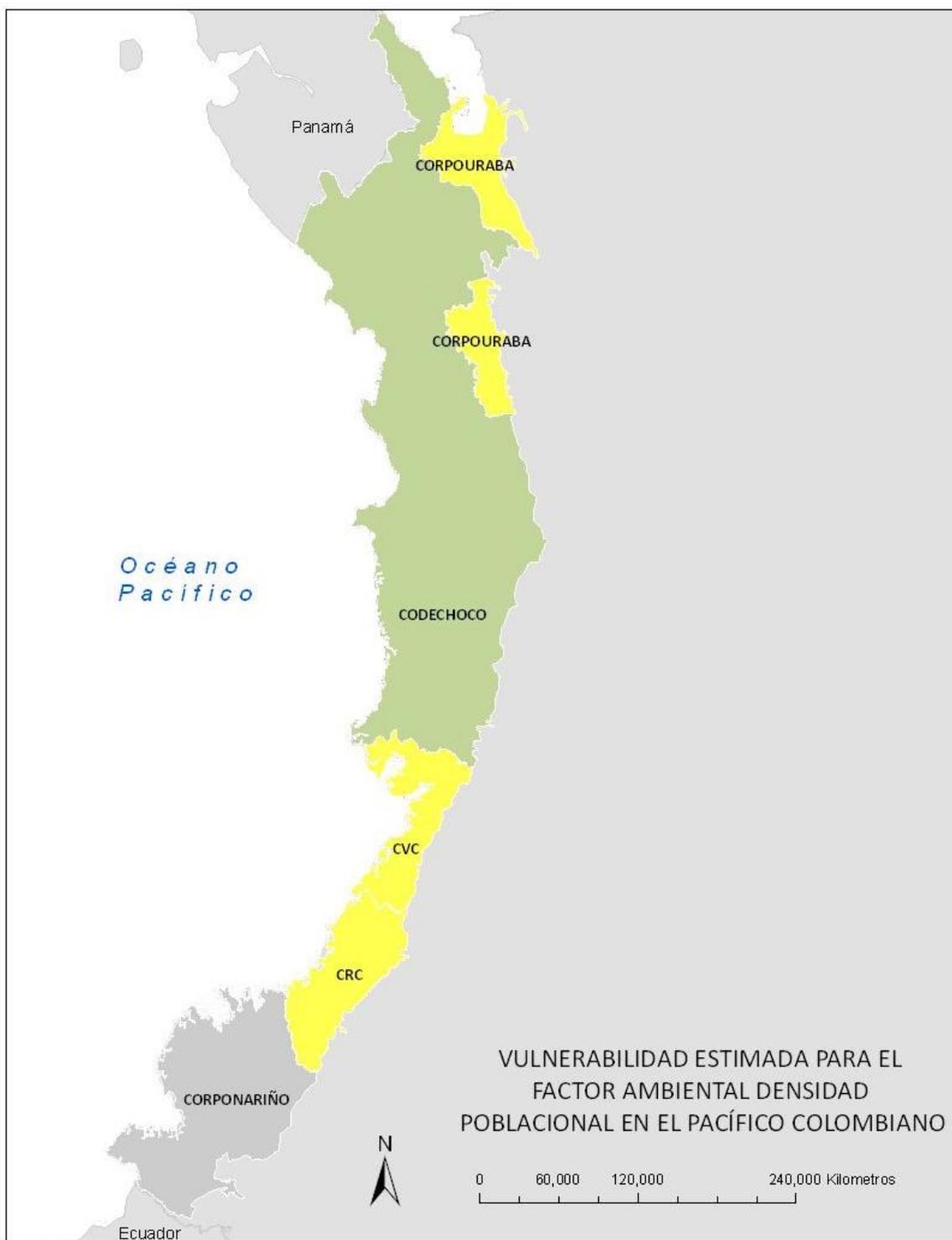
Fuente: Elaboración Propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 92. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región Caribe Colombiana



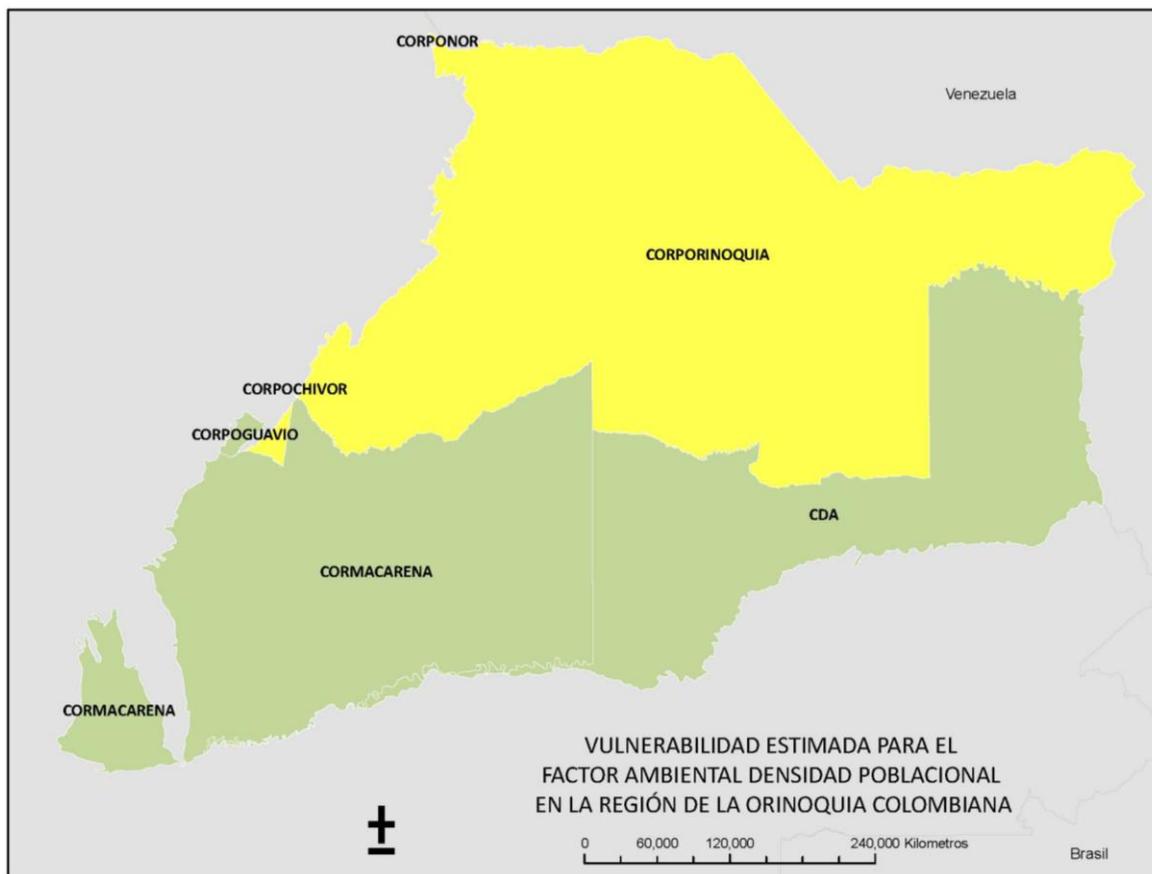
Fuente: Elaboración Propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 93. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región Andina Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 94. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región del Pacífico Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 95. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región de la Orinoquia Colombiana



Fuente: Elaboración Propia con información de IAvH, 2008; Márquez, 2005

Figura 96. Vulnerabilidad relacionada con la Densidad Poblacional para la región de la Amazonia Colombiana