

# Evaluación ambiental del subsector carbonífero

## 1 Introducción

## 2 Diagnóstico del subsector carbonífero

### 2.1 Reseña histórica

#### 2.1.1 Evolución de la minería del carbón

La minería de carbón como actividad económica importante sólo se inicia en Colombia con el desarrollo de la red ferroviaria que data de comienzos del siglo XX; alcanza gran auge hacia mediados del siglo pasado con el comienzo del desenvolvimiento industrial, ejemplificado por el complejo minero-metalúrgico de Paz de Río y se convierte en motor de la economía nacional con el establecimiento de los grandes complejos mineros de la Guajira y el Cesar a partir del decenio 1980-90 (García Lozada, 2000)<sup>1</sup>. Sin embargo la minería de carbón como actividad de subsistencia antecede la llegada de los europeos al continente (véase por ejemplo: Fittkau et al., 1969; Gross, 1973)<sup>2</sup>. Los aborígenes americanos aprovecharon desde por lo menos 1.000 años a. C. las minas de sal, oro y plata de veta y carbón, como lo atestiguan las múltiples exploraciones arqueológicas adelantadas en todo el territorio nacional; no hay certidumbre del empleo del carbón en comercio, pero si se halla asociado a asentamientos y se reconoce su empleo como combustible en cocinas, en hornos de alfareros y posiblemente en la fundición de oro y plata (Botiva, et al. 1989)<sup>3</sup>. Estos mismos usos se intensificaron durante el período colonial con el crecimiento poblacional y la conformación de las ciudades y aparecieron algunos usos adicionales, tales como forjas y fundiciones de otros metales que incrementaron la actividad minera. El empleo del carbón como combustible en múltiples actividades desplazó la leña, o mejor la reemplazó cuando esta se hizo escasa y costosa en las ciudades, particularmente en aquellas regiones frías donde los bosques -de muy lento crecimiento- dieron paso a la agricultura y a la ganadería (Robertson & Herbert, 1963)<sup>4</sup>.

Esta referencia a la antigüedad de la minería del carbón en Colombia es importante por dos razones: En primer lugar por cuanto la minería antecede por cientos de años la legislación ambiental (que data del decenio 1970-80) y de otra parte por cuanto la extracción de carbón -y las consecuencias ambientales asociadas- han evolucionado íntimamente ligadas a las demás actividades de subsistencia de las economías campesinas de las actuales regiones de pequeña y mediana minería de carbón (Valle, Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander). Esta interpretación del contexto histórico del desarrollo de la minería de carbón y sus implicaciones ambientales es inferida, pues no se cuenta con referencias concretas en la escasa documentación histórica consultada.

Desde mediados del siglo pasado la actividad minera en estas regiones inició un ciclo de expansión con el desarrollo del subsector termoeléctrico, varias industrias asociadas a la construcción (siderúrgica, cemento, adobes, cal) y las industrias textilera y azucarera principalmente. Este período de expansión termina hacia 1960 con el abaratamiento del petróleo y del gas, el impulso del subsector hidroeléctrico y el reemplazo de las locomotoras a carbón por máquinas diesel. A partir del decenio de 1970, los altos precios del petróleo impuestos por la OPEP<sup>5</sup> dan impulso a la exploración minera en búsqueda de sustitutos y de nuevo se expande la minería de carbón en todo el mundo. En Colombia se construye el complejo del Cerrejón en la Guajira que comienza producción en 1986 y se inicia la formulación de los proyectos del Cesar que inician producción en el decenio de 1990 (García Lozada, 2000); paralelamente durante este período se impulsan las explotaciones de petróleo en los yacimientos recién descubiertos de los Llanos Orientales, de gas en la Guajira y se construyen las mayores instalaciones hidroeléctricas. La exportación de hidrocarburos se convierte en el motor de la economía nacional y la hidro-

<sup>1</sup> García Lozada, H. 2000. Gestión ambiental del sector carbonífero. Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Minas y Energía, Minercol. Edición en CD ROM, Bogotá

<sup>2</sup> Fittkau, E. J., J. Illies, H. Klinge, G. H. Schwabe & H. Sioli (editores). 1969. Biogeography and Ecology in South America. Vol. 1. Dr. W. Junk N. V. Publishers. The Hague.  
Gross, D. R. (editor). 1973. Peoples and Cultures of Native South America. Doubleday Natural History Press. Garden City, New York

<sup>3</sup> Botiva Contreras, A., G. Cadavid, L. Herrera, A. M. Groot de Mahecha, S. Mora (editores). 1989. Colombia Prehispánica. Regiones Arqueológicas. Colcultura, Instituto Colombiano de Antropología. Bogotá.

<sup>4</sup> Roberson, E. C. & R. Herbert. 1963. Fuel, the Conquest of Man's Environment. Hutchinson and Co. Ltd. London.

<sup>5</sup> Organización de Países Exportadores de Petróleo, establecida en 1973.

Electricidad suple ca. 75% de las demandas internas de potencia y energía apoyada en la interconexión de las redes regionales.

En el inicio del decenio de 1990 coinciden los retrasos en la construcción de la última etapa de interconexión eléctrica a 500 kV y de varias instalaciones hidroeléctricas (Guavio y Urrá I), con un ciclo de sequía en el cinturón pancaribeño, ocasionado por cada vez más frecuentes y severos episodios ENSO<sup>6</sup>; esta concurrencia de factores dió origen a severos racionamientos de energía en todo el país; de nuevo se intenta impulsar la generación termoeléctrica con base en carbón, pero la capacidad instalada, si bien alta nominalmente, estaba abandonada y se inicia un proceso acelerado de reconversión de algunas de las plantas existentes y montaje de nuevas para generación con gas, abundante a partir de los desarrollos de la explotación petrolera. En la actualidad, el consumo de carbón de la producción no exportada tiene la siguiente composición aproximada<sup>7</sup>:

|  |     |
|--|-----|
| - plantas termoeléctricas (inclusive autoconsumo y cogeneración)   | 25% |
| - industria cementera  | 25% |
| - otras industrias (siderúrgica, textiles, alimentos, papel, etc.) | 30% |
| - tejares y ladrilleras (industrial y artesanal)                   | 5%  |
| - combustible doméstico  | 3%  |

La promulgación de la legislación ambiental, como se dijo, coincide con la formulación de los grandes proyectos tanto mineros, como otros del sector energético y en este sentido es entendible que esté más orientada a regular estos desarrollos que a contrarrestar los efectos de la pequeña y mediana minería.

### 2.1.2 Contexto normativo e institucional

Para entender la problemática ambiental asociada al desarrollo reciente de la minería del carbón es necesario contextualizarla dentro del marco histórico del desarrollo de la gestión ambiental. Durante los últimos 30 años se ha vivido en Colombia una vertiginosa dinámica institucional y legislativa encaminada a encauzar –cada vez con más precisión– el proceso de desarrollo dentro de un marco que reconoce el medio ambiente y sus recursos naturales renovables como patrimonio nacional que debe ser conservado. Este proceso que aún continúa, si bien no ha impedido la ejecución de proyectos vitales para el país, sí ha puesto de manifiesto conflictos entre los agentes del desarrollo –tanto públicos como privados– con la ciudadanía, los entes territoriales y las agencias ambientales.

Carbocol, el socio nacional del desarrollo minero del Cerrejón, se constituyó en 1976, cuando el Inderena apenas tenía poco más de 6 años de creado y sólo dos años después de promulgado el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto-Ley 2811 de 1974) que exigía, entre otras cosas, la elaboración de estudios ecológicos y socio-económicos previos a la construcción de obras de desarrollo; en 1981 entró en vigencia la Ley 56 y definió pagos de impuestos y compensaciones por parte de los propietarios de plantas de generación, tanto térmicas como hidroeléctricas, a los entes territoriales por el uso del agua, la explotación de carbón y por la construcción de instalaciones dentro de su jurisdicción. Para la fecha de la primera exportación de carbón del Cerrejón en 1986, se habían promulgado no menos de seis decretos reglamentarios del Decreto-Ley 2811 de 1974 que detallaban obligaciones de los usuarios de los recursos naturales. La Ley 56 de 1981 fue parcialmente reformada por la Ley 99 de 1993 –que creó además el Ministerio del Medio Ambiente– y precisó muchos aspectos asociados con las relaciones entre los agentes del desarrollo, los entes territoriales y las Corporaciones Autónomas Regionales, con el aprovechamiento de los recursos naturales y con mecanismos de participación ciudadana (garantizados desde la Constitución Nacional de 1991) relacionados con el proceso de otorgamiento de licencias ambientales.

Debido a esta dinámica de cambio, en prácticamente todas las entidades públicas y privadas que ejecutan proyectos de desarrollo existe un rezago permanente en ajustar sus procedimientos y acciones a un marco legislativo e institucional cambiante. Por otra parte, puesto que los entes territoriales y las comunidades donde se desarrollan los proyectos juegan hoy en

<sup>6</sup> El Niño Southern Oscillation, cambio en los patrones medios de lluvias y sequías, inducido por los ciclos de calentamiento del océano Pacífico frente a las costas de Sudamérica, aparentemente exacerbados en épocas recientes por los incrementos de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

<sup>7</sup> UPME. 2000. Anexo Estadístico. En: C. E. Caballero Argáez, Ministro de Minas y Energía. 2000. Memorias al Congreso Nacional, 1999-2000. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá.

día un papel preponderante, se generan conflictos por la interpretación diferencial de la legislación; ésta a su vez carece todavía de mecanismos claros para su aplicación en algunos aspectos y para resolver los conflictos mencionados. En este sentido, muchas de las experiencias de manejo ambiental del Cerrejón en lo referente a las relaciones político-administrativas del operador minero con los entes territoriales, poco o nada tienen que ver con las de desarrollo posteriores en las zonas carboníferas del Cesar, puesto que el marco legislativo e institucional no es el mismo.

Con anterioridad a la expedición de la Ley 99 de 1993 y al Decreto 1753 de 1994 que reglamentara las licencias ambientales, los subsectores eléctrico (hasta hace poco mayoritariamente estatal), de hidrocarburos (estatal y privado en partes aproximadamente iguales) y carbonífero de gran escala (primordialmente privado) tomaron, casi desde su inicio, la iniciativa de definir sus propios procedimientos de gestión ambiental, aprovechando la inercia de las instituciones ambientales y la vaguedad de la legislación ambiental. Incluso, esta ventaja frente a la debilidad de la autoridad ambiental facilitó en gran medida la adopción por parte del gobierno de un procedimiento simplificador del régimen de licencias ambientales (Decreto-Ley 2150) que restringe el uso de las evaluaciones de impacto ambiental, sobre las cuales se basan las licencias ambientales, como "instrumentos de planificación ambiental al incorporar de manera *implícita* todos los permisos ambientales en la Licencia Ambiental, [convirtiéndolas de] un instrumento eminentemente de planificación y de toma de decisiones, en un instrumento también de adjudicación de derechos y permisos y de monitoreo y seguimiento" (Sánchez Triana & Morillo, 1998).<sup>8</sup>

Desde comienzos del decenio de 1980 los diversos sectores -motu proprio y a instancias de la banca multilateral- conformaron *comités ambientales* intrasectoriales, inicialmente con el objetivo de unificar los criterios ambientales de evaluación de sus alternativas de expansión analizadas en diversas regiones y por entidades independientes e incorporar los a la planeación sectorial.<sup>9</sup> De nuevo, esta ventaja condujo a un acercamiento de las entidades de diversos sectores con la autoridad ambiental para *concertar la gestión ambiental*, lo que se ha traducido efectivamente en una presión de los sectores del desarrollo sobre la autoridad ambiental, hasta el punto que prácticamente las entidades públicas de dichos sectores hacen *lobby* ante el Ministerio del Medio Ambiente en favor de los intereses privados, con el objetivo de hacer menos drástica, más laxa la normatividad ambiental en aras supuestamente de simplificar procedimientos que ciertamente pueden ser innecesariamente complejos y prolongados.

En su análisis del esquema de licencias ambientales en Colombia, Sánchez Triana & Morillo (1998) concluyen que "representantes del sector privado y del sector público coinciden en cuatro restricciones del esquema de licencias ambientales: 1) la inexistencia de procedimientos administrativos para el trámite de LAs y por tanto, la discrecionalidad de las autoridades ambientales en las exigencias para la preparación y evaluación de estudios. 2) La deficiente participación pública en instancias de planificación y de toma de decisiones, como también en la adjudicación de derechos a los sectores regulados. 3) La baja calidad y consecuente poca utilidad de muchos estudios ambientales en los procesos de planificación. 4) La ausencia de regulación intergubernamental".

A las anteriores restricciones cabría agregar algunos limitantes para evaluar impactos y realizar una gestión ambiental idónea en Colombia y en general en los países neotropicales:

- a. carencia sistemática de información básica sobre diversas estructuras y procesos ecológicos y medio ambientales, lo que dificulta avanzar hipótesis o hacer planteamientos verificables in situ, con anterioridad al evento o acción supuestamente impactante (Farnworth & Golley, 1974).<sup>10, 11</sup>
- b. ausencia de estándares de *calidad ambiental* y de procedimientos de evaluación para cambios complejos causados por concurrencia de factores naturales e inducidos; v. gr., alteraciones de hábitats sensibles (páramos, humedales,

<sup>8</sup> Sánchez Triana E. & J. Morillo Morgan. 1998. Evaluación del esquema de licencias ambientales en Colombia. Informe Final. GET-EST-DNP-98-003 REV-1. PNUD, WB, DNP, MMA.

<sup>9</sup> García Lozano, L. C. 1988a. Comentarios sobre el arte y la ciencia de las evaluaciones ambientales de proyectos hidroeléctricos en Colombia. V Congreso de Ecología, Bogotá 21.-23.07.1988.

<sup>10</sup> Farnworth, E. G. & F. B. Golley. 1974. *Fragile Ecosystems. Evaluation of Research and Applications in the Neotropics*. Springer-Verlag, Berlin.

<sup>11</sup> Es justo resaltar que mucho del conocimiento que hoy en día se tiene sobre la estructura y dinámica de los ecosistemas del país -y los de las recientes explotaciones mineras o petroleras ejemplifican esta afirmación- se debe en gran medida a la proliferación de proyectos de inversión y a la subsecuente ejecución de los estudios ambientales asociados. Este conocimiento se ha traducido en avances substanciales en relación con la identificación, evaluación y manejo de las problemáticas ambientales físicas y ecológicas de los desarrollos que no tienen repercusiones sociales directas.

manglares, etc.), o cambios en la composición y diversidad de biotopos por aprovechamientos diferenciales de recursos naturales renovables (García Lozano, 1988)

c. limitaciones conceptuales de la definición de impactos en la normatividad ambiental que en términos efectivos los reduce a propiedades o atributos de las actividades y procesos planificados de un proyecto y excluye tácitamente las consecuencias acumulativas, los procesos derivados y los contextos geográficos en donde estos ocurren (Neotrópicos, 1996)<sup>12</sup>.

d. rezago de las autoridades ambientales en la sistematización de experiencias que permita hacia el futuro mejorar los procedimientos de gestión en el ciclo de evaluación ambiental (elaboración de términos de referencia, simplificación de procedimientos de evaluación, diseño de medidas preventivas y de control, monitorías y seguimiento, etc.) y en particular definir la viabilidad de conjuntos de iniciativas de diversos sectores en un mismo territorio (Neotrópicos, 1996; García Lozano & Lozano, 1998)<sup>13, 14</sup>

## 2.2 Panorama ambiental actual del subsector carbonífero

### 2.2.1 Demanda ambiental del subsector

El Código Minero vigente (Decreto-Ley 2655 de 1988), define para el caso del carbón (§15) las tasas anuales de producción de carbón o de estériles, en minas a cielo abierto o subterráneas que constituyen pequeña, mediana o gran minería<sup>15</sup>.

#### Minería a cielo abierto

- Pequeña minería, hasta 180.000 metros cúbicos o 24.000 toneladas de carbón por año
- Mediana minería, entre 180.000 y 6.000.000 metros cúbicos o entre 24.000 y 800.000 toneladas de carbón por año
- Gran minería, mayor de 6.000.000 metros cúbicos u 800.000 toneladas de carbón por año

#### Minería subterránea

- Pequeña minería, hasta 30.000 toneladas por año
- Mediana minería, entre 30.000 y 500.000 toneladas por año
- Gran minería, mayor de 500.000 toneladas por año

El mismo código (§15) establece que "de la capacidad instalada de extracción de minerales, dependen las inversiones, el valor de la producción, el empleo, el grado de mecanización de la mina y demás aspectos de orden técnico, económico y social". Esta afirmación significa que en gran medida el mejor indicador tanto de los impactos ambientales de la minería del carbón como de la capacidad de gestión ambiental de los operadores mineros estaría dado por el tipo de minería (subterránea o a cielo abierto) y la capacidad de producción anual. La literatura ambiental especializada respalda esta afirma-

<sup>12</sup> Neotrópicos. 1996. Diseño de metodologías y procedimientos de evaluación de problemáticas de flora y fauna asociadas a desarrollos de los varios sectores a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Informe final presentado al Ministerio del Medio Ambiente. Medellín, 22 de noviembre, 1996.

<sup>13</sup> García Lozano, L. C. & H. Lozano Castañeda. 1998. Reflexiones sobre el papel de los estudios de impacto ambiental (eia) en Colombia. Taller de Evaluación del Esquema de Licencias Ambientales. Cartagena, enero 28 - 30 de 1998.

<sup>14</sup> Las consecuencias ambientales de cualquier emprendimiento se clasifican en aquellas atribuibles a las características del emprendimiento (demanda) y aquellas atribuibles a las características de las áreas geográficas en donde el emprendimiento se emplaza (oferta). Estas últimas no son constantes, cambian en la medida que concurren emprendimientos, de tal manera que las consecuencias previsibles de un nuevo emprendimiento están parcialmente definidas por los cambios antecedentes del sistema cultural-natural. En una situación de múltiples propuestas de sectores diferentes para desarrollos simpátricos, los estudios ambientales de propuestas individuales no pueden definir los escenarios probables de cambio. Esta debe ser una responsabilidad de la autoridad ambiental que difícilmente se puede dar en una entidad que sectoriza por razones de praxis administrativa su gestión de planificación. Tampoco es, como suele suceder que se limite a la discusión esporádica en un comité interno o intersectorial. Debe ser objeto de análisis riguroso y permanente de equipos especializados y al igual que los estudios ambientales, ser objeto de escrutinio público. Las evaluaciones ambientales regionales adelantadas recientemente por algunos sectores a instancias de las entidades bancarias multilaterales, se acercan en sus objetivos y metodología al ejercicio aquí propuesto, pero son limitadas en sus alcances por ser responsabilidad o iniciativa de los sectores de desarrollo y no de la autoridad ambiental.

<sup>15</sup> El Ministerio de Minas y Energía gestiona actualmente ante el Congreso Nacional una nueva reforma al Código Minero, en la cual se elimina esta distinción.

ción.<sup>16</sup>

Moore & Moore (1976) citan cálculos elaborados por el Argonne National Laboratory de los EE UU en 1973 para estimar los daños ambientales anuales por generación termoelectrónica en una planta típica de 1.000 MW<sub>e</sub> con base en carbón, atribuibles a la minería (50% a cielo abierto y 50% subterránea) y al transporte ferroviario del combustible de las minas a la planta<sup>17</sup>, ver tabla 1. Los consumos de carbón térmico para tal planta son tomados de un informe del Council on Environmental Quality de 1973, también citado por Moore & Moore (1976). Con base en estos datos se estiman los daños medios

Tabla 1. Efectos ambientales anuales de la producción y transporte de carbón para operar una planta térmica de 1.

| efecto ambiental anual <sup>a/</sup>                     | minería | transporte | Σ      | Σ/1·10 <sup>6</sup> kgcarbón <sup>b/</sup> | extrapolación para minería en Colombia en 1995 <sup>c/</sup> |
|--|---------|------------|--------|--|--|
| <b>accidentes ocupacionales</b>                          |         |            |        |  |  |
| muerter  | 0,98    | 0,055      | 1,04   | 1,25E-04                                   | 3,2  |
| heridas no letales                                       | 40,5    | 5,1        | 45,60  | 5,52E-03                                   | 142,0  |
| días laborales perdidos (días hombre)                    | 8.330   | 570        | 8900   | 1,08                                       | 27.722,1   |
| <b>minería</b>   |         |            |        |  |  |
| perturbación de terreno minería a cielo abierto (ha)     | 121,41  |            | 121,41 | 1,47E-02                                   | 254,9  |
| subsistencia de terrenos, minería subterránea (ha)       | 80,94   |            | 80,94  | 9,80E-03                                   | 82,2   |
| drenaje ácido de mina (1·10 <sup>3</sup> kg)             | 11.060  |            | 11.060 | 1,34                                       | 34.450,2   |
| ácido sulfúrico en drenaje (1·10 <sup>3</sup> kg)        | 88,48   |            | 88,48  | 1,07E-02                                   | 275,6  |
| hierro disuelto en drenaje (1·10 <sup>3</sup> kg)        | 22,12   |            | 22,12  | 2,68E-03                                   | 68,9   |
| <b>transporte</b>  |         |            |        |  |  |
| muerter por accidentes (públicas, i.e., personal ajeno ) |         | 0,55       | 0,55   | 6,66E-05                                   | 1,7  |
| heridos  |         | 1,17       | 1,17   | 1,42E-04                                   | 3,6  |
| días laborales perdidos (días hombre)                    |         | 3.500      | 3.500  | 0,42                                       | 10.901,9   |
| pérdidas por transporte y manejo (1·10 <sup>3</sup> kg)  |         | 11.060     | 11.060 | 1,34                                       | 34.450,2   |

\* Factor de planta = 0,75 Eficiencia de conversión térmica a eléctrica 38%

Fuentes:

a/ Argonne National Laboratory, 1973, citado por Moore & Moore, 1976

b/ Council on Environmental Quality, 1973, citado por Moore & Moore, 1976

c/ Ecocarbón. 1996. Plan de Desarrollo del Subsector Carbón 1997 - 2005. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá

por tonelada de carbón producida y transportada y se extrapola -con propósitos heurísticos únicamente- para la totalidad del carbón producido en Colombia en 1995 (17.345.000 toneladas a cielo abierto y 8.383.600 toneladas en minería subterránea), de acuerdo con Ecocarbón.<sup>18</sup>

Este ejercicio se hizo con el propósito de plantear que la afirmación del artículo 15 del Código Minero es sólo teórica para el caso de la minería en Colombia. El dato más importante sería el de daño ambiental por unidad de producción de carbón en diferentes regiones y bajo diferentes tipos de tecnología minera (a cielo abierto o subterránea, artesanal, semi-industrial o altamente tecnificada, etc.), pero sobre este punto prácticamente no se encuentra información.

Muy pocas de las operaciones mineras actuales fueron evaluadas desde el punto de vista ambiental, puesto la mayoría como se dijo, son antecedentes a la legislación ambiental. Ahora bien, se sabe (o se dice reiterativamente en casi todos los informes consultados) que la pequeña y la mediana minería son menos eficientes y los daños ambientales generados mayores por unidad de producción, por los altos costos de los controles ambientales y de la gestión de control por parte de operado-

<sup>16</sup> Véanse por ejemplo:

- Moore J. W. & E. A. Moore. 1976. Environmental Chemistry. Academic Press. New York

- Lee, J. A. 1985. The Environment, Human Health and Human Ecology. Considerations for Economic Development. A World Bank Publication. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

<sup>17</sup> Los cálculos citados por Moore & Moore, tomados de datos reales de plantas en operación, contemplan que tanto la operación minera, como el transporte del combustible y la operación de la planta cumplen con la legislación federal de los EE UU referente a calidad ambiental y a seguridad industrial.

<sup>18</sup> Ecocarbón. 1996. Plan de Desarrollo del Subsector Carbón: 1997-2005. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá.

res y autoridad ambiental, pero estas afirmaciones sin datos cuantitativos que las soporten son poco más que retóricas<sup>19</sup>. Ecocarbón ha contratado varios estudios para la elaboración de planes de manejo ambiental para la pequeña minería de carbón; éstos incluyen diagnósticos, pero en su mayoría han sido estudios puntuales, de corta duración, los programas de mediciones han sido limitados sólo a los parámetros de evaluación de efectos directos de la operación minera sobre el agua o el aire; no se reportan los parámetros estadísticos de los muestreos (número de mediciones, fechas, frecuencias, medias, varianzas, rangos, etc.) ni datos de las condiciones regionales en ausencia de minería para comparar resultados e identificar con alguna precisión la contribución de la minería al deterioro ambiental regional; en muchos casos no se presentan datos sobre la magnitud de la operación minera ni los valores económicos de ésta. Estas deficiencias hacen que la información generada sea de poca utilidad para el cálculo de daños ambientales mencionado arriba.<sup>20</sup>

Por otra parte, es sorprendente que en los subcapítulos ambientales de los planes mineros elaborados recientemente por Ecocarbón (1996, 1998) y en las memorias al Congreso Nacional presentadas por los Ministros de Minas y Energía no se sinteticen los hallazgos de los estudios realizados ni siquiera se haga referencia a ellos como avances de la gestión adelantada. En estos documentos hay sendos apartes ambientales en varios capítulos, pero sólo se hace referencia a los avances en restauración y revegetación en el Cerrejón y a la gestión conjunta con el Ministerio del Medio Ambiente relacionada con el Convenio de Producción Limpia. Los planes de desarrollo mencionan los estudios ambientales de la pequeña minería pero no reportan ningún dato útil para calcular, así sea cualitativamente, daños ambientales en las varias regiones estudiadas.<sup>21</sup>

## 2.2.2 Datos mínimos para el diagnóstico ambiental del subsector

Si se excluye por el momento la problemática ambiental del embarque, y de acuerdo con los efectos globales de la tabla 1. que como se dijo concuerda con lo planteado en el §15 del Código Minero, se tienen cuatro grandes grupos de problemas ambientales:

1. Los asociados a la salud ocupacional (muertes, accidentes no fatales y pérdidas de días laborales),
2. Los asociados a la perturbación de los terrenos por ocupación permanente o temporal en operaciones a cielo abierto (desmonte, descapote, remoción de estériles, escombreras, vías de servicio, obradores, etc.) o por subsidencia en explotaciones subterráneas,
3. Los asociados al drenaje y percolación de los tajos y fosos mineros (caudales ácidos, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y Fe soluble)
4. Los asociados al acopio transitorio y transporte del carbón

Todos los demás problemas se derivan de o están correlacionados con los parámetros de uno o más de estos cuatro grupos. La magnitud de cada uno depende de varios factores, unos asociados al proceso minero mismo (nivel tecnológico y características del yacimiento) y otros a las características ambientales regionales de las áreas mineras. El proceso de explotación minera, ya sea a cielo abierto o subterránea, es tipificable y se cuenta con listas de verificación utilizadas para identificar las consecuencias previsibles del proceso (ver por ejemplo Lee, 1985; González et al., 1990; García Lozada, 1999; Sánchez Triana, 1999)<sup>22</sup>

<sup>19</sup> Inderena, 1989, Impactos ambientales de la minería en Colombia (citado por González, et al., 1990) analiza explotaciones mineras a cielo abierto y subterráneas de 17 minerales -inclusive carbón- y concluye que las explotaciones a cielo abierto son substancialmente más delictivas que las subterráneas por su mayor tamaño.

<sup>20</sup> Véanse por ejemplo los siguientes estudios:  
- Ecocarbón. 1995. Planes de Manejo Ambiental, zona 5-Guatavita. Luis E. Restrepo M. Ingeniero Consultor.  
- Ecocarbón. 1995. Impacto ambiental de la minería del carbón en la cuenca del río Tominé. Luis E. Restrepo M. Ingeniero Consultor.

Otros citados en García Lozada, 2000, no consultados

- Ecocarbón. 1995. Control de Contaminación del Agua en la Pequeña Minería Subterránea del Carbón, Alvaro Orozco Asociados

- Ecocarbón. 1997. Manual para el control de los factores de degradación ambiental en la minería subterránea del carbón. Universidad Nacional de Colombia, Medellín

<sup>21</sup> Ecocarbón. 1998. Plan de Desarrollo del Subsector Carbón 1999-2010. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá  
Villamizar Alvarogonzález, R. 1996. Memorias al Congreso Nacional 1995-1996. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá  
Caballero Argáez, C. E. 2000. Memorias al Congreso Nacional 1999-2000. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá

<sup>22</sup> González, E., G. Guillot, Néstor Miranda, D. Pombo.(editores). 1990. Perfil Ambiental de Colombia. Colciencias. Escala. Bogotá.  
García Lozada, H. 1999. Impacto y Manejo Ambiental del Carbón en Colombia. pp 103-116 en: C. Saravia Perry & E. Guerrero Forero. 1999. Energías para un desarrollo sostenible. Fondo FEN Colombia. Bogotá.  
Sánchez Triana, E. 1999. Planificación, Gestión y Monitoreo Ambiental del Sector Energético en Colombia: una visión crítica. pp. 171-193 en: C. Saravia Perry & E. Guerrero Forero. 1999. Energías para un desarrollo sostenible. Fondo FEN Colombia. Bogotá.

Seguendo los delineamientos del § 15 del Código Minero en cuanto a clasificación de la actividad minera del carbón y la relación de ésta con la problemática ambiental, se presenta en la tabla 2. la caracterización de las 10 zonas carboníferas del país, listadas en García Lozada, 2000<sup>23</sup>. Inicialmente, se planteó complementar la tabla 2. con datos relevantes de la gestión ambiental en casos seleccionados en las diferentes cuencas mineras. Los parámetros propuestos fueron: cuenca carbonífera,

Tabla 2a. Diagnóstico del subsector carbonífero, características de interés ambiental de la cuenca y los carbones

| cuenca<br>zona       | área<br>cuenca<br>km <sup>2</sup> | reservas<br>medidas<br>kg· 10 <sup>9</sup> | carbón/<br>esteril<br>% | profundidad<br>media manto<br>m | poder<br>calorífico |       | S<br>% | cenizas<br>% | humedad<br>% | material<br>volátil<br>% | tipo de<br>carbón |
|----------------------|-----------------------------------|--|-------------------------|---------------------------------|---------------------|-------|--------|--------------|--------------|--------------------------|-------------------|
|                      |                                   |  |                         |                                 | kcal/kg             | MJ/kg |        |              |              |                          |                   |
| Guajira              | 480                               | 3.670                                      | s/i                     | s/i                             |                     |       |        |              |              |                          | T                 |
| Cerrejón zona norte  | s/i                               | 3.000                                      | s/i                     | s/i                             | 6.539,0             | 27,4  | 7,0    | 7,0          | 11,9         | 33,4                     | T                 |
| Cerrejón zona centro | s/i                               | 670  | s/i                     | s/i                             | 6.777,9             | 28,4  | 8,3    | 8,3          | 8,2          | 34                       | T                 |
| Cesar                | 248                               | 1.933                                      | s/i                     | s/i                             |                     |       |        |              |              |                          | T                 |
| La Loma*             | 190                               | 1.675                                      | s/i                     | s/i                             | 6.455,7             | 27,0  | 5,6    | 5,6          | 10,3         | 36,8                     | T                 |
| La Jagua             | 58                                | 258  | s/i                     | s/i                             | 6.983,5             | 29,2  | 5,3    | 5,3          | 7,3          | 35,6                     | T                 |
| Córdoba              | 765                               | 381  | s/i                     | s/i                             | 4.544,5             | 19,0  | 17,0   | 17,0         | 17           | 33,7                     | T                 |
| Norte de Santander   | s/i                               | 68   | s/i                     | s/i                             | 7.670,7             | 32,1  | 8,3    | 8,3          | 3,3          | 33,5                     | T/M               |
| Santander            | 200                               | 57   | s/i                     | s/i                             | 6.345,1             | 26,5  | 22,6   | 22,6         | 2,8          | 28,9                     | T/M               |
| Boyacá               | s/i                               | 170  | s/i                     | s/i                             |                     |       |        |              |              |                          | T/M               |
| Samacá               | s/i                               | s/i  | s/i                     | s/i                             | 7.330,2             | 30,7  | 10,2   | 10,2         | 3,9          | 28,4                     | T/M               |
| Tunja-Duitama        | s/i                               | s/i  | s/i                     | s/i                             | 4.030,1             | 16,9  | 13,4   | 13,4         | 17           | 33,9                     | T/M               |
| Sogamoso-Jericó      | s/i                               | s/i  | s/i                     | s/i                             | 7.426,3             | 31,1  | 9,5    | 9,5          | 3,7          | 24,2                     | T/M               |
| Cundinamarca         | 3.400                             | 242  | s/i                     | s/i                             |                     |       |        |              |              |                          | T/M               |
| Checua-Lenguazaque   | s/i                               | s/i  | s/i                     | s/i                             | 7.330,2             | 30,7  | 10,2   | 10,2         | 3,9          | 28,4                     | T/M               |
| Suesca-Albarracín    | s/i                               | s/i  | s/i                     | s/i                             | 6.814,0             | 28,5  | 13,3   | 13,3         | 3,9          | 32,6                     | T/M               |
| Valle del Cauca      | 350                               | 20   | s/i                     | s/i                             | 5.655,7             | 23,7  | 26,6   | 26,6         | 2,4          | 30,5                     | T                 |
| Cauca                | s/i                               | 16   | s/i                     | s/i                             | 6.016,8             | 25,2  | 15,6   | 15,6         | 8,4          | 35,1                     | T                 |
| Antioquia            | s/i                               | 90   | s/i                     | s/i                             | 5.935,7             | 24,8  | 15,6   | 15,6         | 8,4          | 35,1                     | T                 |

\* Incluye El Descanso y Calenturitas

Convenciones:

s/i = sin información n/p = dato no es pertinente

tipo de carbón: T = térmico M = metalúrgico

mercado: E = exportación L = consumo interno en cuenca R = consumo en otras regiones

tipo de minería: ca = cielo abierto s = subterránea p = pequeña m = media g = grande

tecnología: M = moderna T = tradicional

Fuentes:

ECOCARBON. 1998. Plan de desarrollo del Subsector Carbón 1999 - 2000. Bogotá.

a/ UIME (Ministerio de Minas y Energía). 1997. Estadísticas del Carbón 1980-1996. Bogotá

b/ IIT. 1971. Información general sobre explotación y consumo de carbones en Colombia. Situación actual (1970). Simposio Importancia del Carbón para el Desarrollo de Colombia, Paipa, junio 1971. Bogotá

mina o minas en explotación, operador, tipo de minería, tecnología empleada, diagnósticos ex post o evaluaciones ambientales realizadas, efectos identificados, planes de manejo y medidas propuestas, costos de implementación de las recomendaciones e inversiones realizadas. Sin embargo, no se encontraron datos completos para ninguna de las cuencas. Datos parciales se pueden derivar de las evaluaciones de la pequeña minería contratadas por Ecocarbón en 1995-97 citadas anteriormente. La tabla 2. lista la información disponible en estudios y documentos oficiales del subsector para tres aspectos:

- características de interés ambiental de las cuencas carboníferas en explotación y de los carbones producidos,
- características de interés ambiental de la operación minera y
- evolución reciente de la producción de carbón

<sup>23</sup> El mapa de cuencas hulleras (Castro Orjuela, A. 1970. Localización de Yacimientos de Carbón en Colombia. Mapa escala 1:500.000. Ingeominas, copia heliográfica) lista 9 cuencas, con 32 zonas en conjunto, dentro de las cuales incluye tres sin referencias en los documentos más recientes consultados: Meta, Caldas-Risaralda y Chocó.

### 2.2.2.1 Inferencias ambientales de la pequeña y mediana minería del carbón derivables de la tabla 2.

El área de la cuenca carbonífera y el tamaño de las reservas (tabla 2a) son indicadores de las áreas susceptibles de ser afectadas por los procesos de minería<sup>24</sup>. El tamaño de las reservas, junto con las tasas de producción anual (tabla 3c) indican la duración prevista de las acciones perturbadoras y el consumo de otros recursos asociados a la producción minera (madera, energía, agua, etc.). La proporción mineral útil a estériles y la profundidad media de los mantos de carbón (tabla 2a.) indican la cantidad de materiales que deben ser removidos y almacenados temporalmente; este manejo ocupará áreas terrestres cuya extensión es función de la cantidad de estériles; dichas áreas estarán expuestas a la erosión eólica e hídrica durante períodos cuya duración dependerá de la planeación minera.

La tecnología minera (tabla 2b) está asociada a la eficiencia para remover materiales del piso y techo de la mina y en este sentido la minería mecanizada moderna produce más estériles por unidad de carbón que la manual tradicional. Tanto el drenaje de los fosos y tajos mineros, como la escorrentía y percolación de los almacenamientos de estériles y de carbón aportan iones ácidos y hierro soluble a las corrientes de agua y al manto freático en proporción directa al contenido de S en los

Tabla 2b. Diagnóstico del subsector carbonífero, características de interés ambiental de la operación minera

| cuenca<br>zona       | mercado <sup>b/</sup> | # minas u<br>operadores | empleos<br>directos | tipo de minería <sup>b/</sup> |   |   |   |     | tecnología <sup>b/</sup><br>(típica) | edad de<br>explotación <sup>b/</sup><br>años |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|---|---|---|-----|--------------------------------------|--|
|                      |                       |                         |                     | ca                            | s | p | m | g   |                                      |  |
| Guajira              | E                     |                         | 4511                |                               |   |   |   |     | M                                    |  |
| Cerrejón zona norte  | E                     | 1                       | s/i                 | X                             |   |   |   | X   | M                                    | 15   |
| Cerrejón zona centro | E                     | 3                       | s/i                 | X                             |   |   |   | X   | M                                    | 15   |
| Cesar                | E                     | 8                       | 273                 | X                             |   |   |   | X   | M                                    | s/i  |
| La Loma*             | E                     |                         | s/i                 | X                             |   |   | X | X   | M                                    | 10   |
| La Jagua             | E                     |                         | s/i                 |                               |   |   | X | X   | M                                    | 10   |
| Córdoba              | L                     | 1?                      | s/i                 |                               |   |   |   | X   | M                                    | s/i  |
| Norte de Santander   | E/L/R                 | s/i                     | 1618                |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Santander            | E/L                   | s/i                     | s/i                 |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Boyacá               | E/L/R                 | 492                     | 4129                |                               | X | X | X |     | T                                    |  |
| Samacá               | E/L/R                 | s/i                     | s/i                 |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Tunja-Duitama        | E/L/R                 | s/i                     | s/i                 |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Sogamoso-Jericó      | E/L/R                 | s/i                     | s/i                 |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Cundinamarca         | E/L/R                 | s/i                     | 4519                |                               | X | X | X |     | T                                    |  |
| Checua-Lenguazaque   | E/L/R                 | s/i                     | s/i                 |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Suesca-Albarracín    | E/L/R                 | s/i                     | s/i                 |                               | X | X | X |     | T                                    | > 30   |
| Valle del Cauca      | L                     | s/i                     | 1062                |                               | X | X |   |     | M/T                                  | > 30   |
| Cauca                | s/i                   | s/i                     | s/i                 |                               |   |   |   | s/i | s/i                                  | s/i  |
| Antioquia            | L/R                   | 3+?                     | 872                 |                               | X | X |   |     | M/T                                  | > 30   |

carbones (tabla 2a.)<sup>25</sup>. Los depósitos temporales de mineral a ser transportado (y las de estériles) son susceptibles de incendios, mayor cuanto más alto sea el poder calorífico y menor el contenido de humedad (tabla 2a)<sup>26</sup>.

En la pequeña y mediana minería, en especial si esta es tradicional (tabla 2b.), los índices de accidentalidad están correla-

<sup>24</sup> Los datos sobre áreas de la cuenca minera son globales -ni siquiera están discriminados por zona dentro de la cuenca; los mapas accesibles son de pequeña escala y muestran las reservas, no las explotaciones actuales. La mayoría de las explotaciones pequeñas y medianas, son subterráneas, están localizadas en áreas muy grandes pero no hay certeza sobre las áreas efectivamente afectadas que serían las cuencas que reciben el drenaje o la percolación de las minas. La sumatoria de éstas debe ser bastante menor que la del área de los polígonos envolventes de las áreas de minería; i. e., que la equivalencia área global de zona minera como área afectada, es una sobre-estimación.

<sup>25</sup> El S orgánico forma enlaces covalentes en las moléculas de carbón, su concentración está relacionada con la edad de los yacimientos y no da origen a lixiviados ácidos; sólo se libera como anhídrido durante la combustión. El inorgánico se debe a impurezas depositadas durante la formación de los yacimientos, está correlacionado con la proporción de cenizas, forma sales con Fe, Zn y otros metales, da origen a lixiviados ácidos pero es removible por lavado previo a la combustión (Roberson & Herbert, 1963; Moore & Moore, 1976). Puesto que la gran mayoría de los carbones de Colombia son antiguos, la mayoría del S es inorgánico y por tanto causante de problemas de lixiviación, mayores cuanto mayor sea el contenido de cenizas.

<sup>26</sup> El contenido de humedad disminuye con la calidad del carbón (aumento en poder calorífico) pero aumenta con la trituración y pulverización requerida para su empleo en diversas industrias (Roberson & Herbert, 1963).

cionados con las tasas de producción por mina y con la profundidad de los mantos. Se sabe por estadísticas de otros países (USA, UE) que las enfermedades y riesgos profesionales de la actividad minera son casi 4 veces los de otras industrias (y la seguridad industrial minera es mucho más desarrollada en esos países), de tal manera que las cifras para Colombia deben ser substancialmente más altas. Esta responsabilidad es exclusiva del subsector carbón en este análisis, pero no se han encontrado datos consolidados claros para establecer comparaciones.

La edad de la explotación (tabla 2b.) está asociada a la persistencia de efectos acumulativos (v. gr., pérdida de suelo, fragmentación de áreas naturales, cambios de uso del suelo, acumulación de contaminantes tóxicos en suelos, agua y organismos vía cadenas tróficas) y al historial de perturbaciones recurrentes transitorias, tanto de aquellas ocasionadas por la minería, como de aquellas debidas a otros usos concurrentes de recursos (extracción, procesamiento y utilización de otros minerales -hierro, níquel, cal, arcilla, etc.- extracción forestal, agricultura, ganadería, etc.). Por otra parte, la edad de la explotación determina si ésta fue objeto de análisis ambiental previo, i. e., si antecede la legislación ambiental.

El mercado de la producción minera (tabla 2b.) -local, regional o de exportación- está correlacionado con el grado de utilización de la red vial y de la infraestructura portuaria para movilización de la producción y asociado por tanto con las consecuencias ambientales de la operación de la red vial (v. gr., tamaño, número y frecuencia de circulación de los camiones transportadores, deterioro de infraestructura vial y costos de mantenimiento, accidentalidad, molestias a comunidades a lo largo de los corredores, etc.).

La tecnología minera, conjuntamente con la producción anual y el número de empleos directos generados por mina o por operador minero, están asociadas a la capacidad gerencial de las explotaciones. La situación puntual, i. e., los deterioros localizados derivados de la minería, serán en proporción directa a la producción e inversa al nivel tecnológico de la operación. Éste nivel tecnológico no es sólo la maquinaria y las herramientas utilizadas, sino la planeación de las explotaciones, la administración financiera, de personal, el uso de crédito, etc., es decir, la capacidad gerencial de las explotaciones; de acuerdo con García Lozada, 1999, a la gran mayoría de los operadores mineros de la pequeña y mediana minería difícilmente se les puede calificar como empresarios.

Finalmente, la producción anual (tabla 2c.), el mercado, el número de minas u operadores, los empleos directos generados, el tipo de carbón, la tecnología minera (tabla 2b.), son datos útiles para el cálculo del PIB de la cuenca o zona minera. Las

Tabla 2c. Diagnóstico del subsector carbonífero, evolución reciente de la producción

| cuenca<br>zona       | producción anual media de quinquenio (kg·10 <sup>6</sup> ) |       |       |                   |                   |                   |
|----------------------|--|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                      | 1975   | 1980  | 1985  | 1990 <sup>d</sup> | 1995 <sup>d</sup> | 1997 <sup>d</sup> |
| Guajira              | n/p  | n/p   | s/i   | 14.221            | s/i               | s/i               |
| Cerrejón zona norte  | n/p  | n/p   | s/i   | s/i               | 13.500            | 15.417            |
| Cerrejón zona centro | n/p  | n/p   | s/i   | s/i               | 2.499             | 4.042             |
| Cesar                | n/p  | n/p   | n/p   | 1.367             | 3.684             | 8.566             |
| La Loma*             | n/p  | n/p   | n/p   | s/i               | 1.420             | 5.431             |
| La Jagua             | n/p  | n/p   | n/p   | s/i               | 2.264             | 2.960             |
| Córdoba              | s/i  | s/i   | s/i   | 625               | s/i               | 100               |
| Norte de Santander   | 65   | 101   | 299   | 757               | 1.022             | s/i               |
| Santander            | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Boyacá               | 1.216  | 1.319 | 1.421 | 1.512             | 1.713             | 1.215             |
| Samacá               | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Tunja-Duitama        | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Sogamoso-Jericó      | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Cundinamarca         | 1.124  | 1.500 | 1.729 | 1.573             | 1.792             | 1.250             |
| Checua-Lenguazaque   | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Suesca-Albarracín    | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Valle del Cauca      | 547  | 542   | 642   | 678               | 633               | 652               |
| Cauca                | s/i  | s/i   | s/i   | s/i               | s/i               | s/i               |
| Antioquia            | 741  | 805   | 695   | 906               | 939               | 784               |

áreas de minería pequeña y mediana no son exclusivamente mineras sino que combinan esta actividad con la agricultura de subsistencia o comercial a pequeña escala, no tecnificada, la producción pecuaria de bajos rendimientos, la fabricación de adobes, los servicios, las remesas externas de dinero, etc. En conjunto, puede afirmarse que las economías de estas zonas mineras son familiares de subsistencia. (García Lozada, 1999; Sánchez Triana, 1999). La contribución de la actividad minera (carbón, cal, canteras, con transporte asociado) al PIB local no debe ser diferente o tal es vez ligeramente mayor que la

media nacional, ca. 2% (UPME, 2000 en Caballero Argáez, 2000). El deterioro ambiental de las áreas mineras que incluye las consecuencias directas, indirectas y acumulativas citadas, es causado por el conjunto de actividades económicas simpátricas (coexistentes en una área) y no puede atribuirse exclusivamente a la minería de carbón. Podría afirmarse hipotéticamente que el deterioro ambiental en áreas de pequeña y mediana minería es causado por las actividades primarias en proporción directa a su contribución al PIB local y varía con las fluctuaciones de dicha contribución.

### 2.2.2.2 Inferencias ambientales de la gran minería del carbón derivables de la tabla 2.

Para el caso de la gran minería se pueden aplicar las mismas relaciones definidas en los párrafos del numeral anterior, aunque no se puede afirmar que las los incrementos sean lineales<sup>27</sup>; es decir los deterioros ambientales pueden ser desproporcionalmente mayores y aún presentarse deterioros inexistentes en la pequeña y mediana minería. En cualquier caso, es necesario subrayar varias particularidades de la gran minería en el contexto de las inferencias ambientales planteadas.

- En primer lugar, es necesario resaltar que en conjunto las reservas medidas de las zonas mineras sujetas a gran minería son un orden de magnitud mayores que las de las cuencas de pequeña y mediana minería<sup>28</sup>. Esto implica hacia el futuro una concentración más duradera y proporcionalmente mayor de perturbaciones debidas a la gran minería.
- Aunque no se cuenta con datos de las áreas de todas las cuencas se estima, con base en la cartografía disponible<sup>29</sup> que los yacimientos de la pequeña y mediana minería están distribuidos en áreas mucho más grandes. Esta afirmación predeciría un efecto mucho mayor en estas cuencas, inverso a lo afirmado en el párrafo anterior. La inferencia es que el análisis debe contemplar los dos factores, no que uno y otro se contrarresten.
- La producción anual de la gran minería, si se mantienen las tendencias actuales, contribuirá hacia el futuro en proporción cada vez mayor a los deterioros ambientales asociados a la minería. Por una parte, la gran minería constituyó el 79,7 % de la producción de carbón en 1997 (Ecocarbón, 1998) y sus tasas anuales de producción han venido incrementándose en los últimos diez años, mientras que la pequeña y mediana minería muestran la tendencia contraria<sup>30</sup>.
- Todas las explotaciones de gran minería son recientes -menos de 15 años- y por tanto fueron objeto de análisis ambientales previa su construcción y entrada en producción. Esto implica entre otras cosas un mejor conocimiento de las zonas afectadas y de las consecuencias esperadas -pues así lo exige la legislación ambiental- y por consiguiente posibilidades de un más adecuado manejo y gestión ambientales<sup>31</sup>.
- Por otra parte, por tratarse de emprendimientos mayúsculos, han tenido consecuencias sin paralelo en la pequeña y mediana minería: generación de expectativas positivas y negativas no sólo dentro de la población local; desplazamientos forzados de personas y actividades productivas, en algunos casos actividades de subsistencia de minorías étnicas; inmigración de mano de obra tanto experta como no calificada; demandas de servicios e insumos, crecimiento y desarrollo de áreas urbanas; inflación local ocasionada por las mayores demandas y por los mayores ingresos de

<sup>27</sup> En general las funciones de deterioro ambiental pueden ser *aceleradas* -si los umbrales de cambio se alcanzan a niveles bajos de perturbación, v. gr., cambios en diversidad de especies por extracción selectiva-, *retardadas* -si requieren niveles de perturbación altos, v. gr., cambios en riqueza de especies por perturbación de hábitats- o *uniformes* -si la tasa de perturbación y de cambio están linealmente relacionadas -cambios en abundancia de una especie sujeta a extracción selectiva. (García Lozano, L. C. 1987. El teatro ecológico y el drama energético: Un libreto fragmentario. Colegio Verde de Villa de Leyva / Foro Medio Ambiente y Tecnología. Julio 22, 1987.

<sup>28</sup> De acuerdo con los datos presentados en el plan de desarrollo del subsector 1999-2010 (Ecocarbón, 1998), las reservas indicadas de las cuencas de gran minería son sólo el doble de las de pequeña y mediana minería, pero no se tienen los datos de la Guajira que pueden alterar significativamente esta relación.

<sup>29</sup> El mejor mapa disponible data de 1970 (Castro Orjuela, 1970) y por supuesto no incluye la intensa exploración adelantada para la entrada en producción de las cuencas de Guajira, Cesar y Córdoba ni la ampliación de la mediana minería en Norte de Santander.

<sup>30</sup> La pequeña y mediana minería suple el grueso de los requerimientos de la industria nacional, de los cuales los más importante en términos de consumo son el cemento, adobes, cal y otros insumos para la construcción y el subsector eléctrico. Debido a la crisis económica coyuntural por la que atraviesa Colombia y a la tendencia a emplear más gas que carbón en la producción de energía, estos consumos han disminuido recientemente, pero la tendencia puede revertirse. No se encontraron datos para verificar el papel de una legislación ambiental y unos métodos de control más estrictos en el decrecimiento reciente de la pequeña y mediana minería.

<sup>31</sup> En cierto sentido cabe un cuestionamiento a la denominación de ciertas operaciones mineras a cielo abierto como *gran minería*. Tanto en la zona del Cerrejón central, como en la de la Jagua de Ibirico y probablemente en otras, el operador minero subcontrata a destajo la extracción mecanizada pero artesanal de tajos en los cuales no se cumplen cabalmente las exigencias de la legislación minera ni ambiental. El negocio del operador es la intermediación en la venta del carbón pero la explotación, acopio y transporte hasta los puertos de embarque son llevados a cabo por contratistas, con los mismos vicios y limitantes de la pequeña y mediana minería, estricto sensu (González, et al., 1990).

circulante; etc. La gran minería -que evidentemente no es una actividad de subsistencia- origina un ciclo complejo de crecimiento y desarrollo todas de las actividades económicas en un área mucho mayor que el área de la operación minera misma, las que a su vez generan múltiples problemas ambientales, difíciles de atribuir a una actividad particular, pero no por eso menos reales<sup>32</sup>. La inferencia dada a la contribución de la minería al PIB local se mantiene pero es obvio que éste es substancial y su utilidad como indicador es mínima.

- Finalmente, además del uso más intenso del espacio para los desarrollos mineros en la gran minería que son en su totalidad a cielo abierto, cabe mencionar otras consecuencias ambientales directas y asociadas que pueden tildarse como exclusivas de la gran minería: consecuencias relacionadas con el transporte en la red vial pública de grandes volúmenes de carga; efectos de grandes depósitos de carbón y de estériles; demandas ambientales debidos a la construcción y operación de infraestructura portuaria especializada<sup>33</sup>.

### 2.2.2.3 Síntesis

La carencia rotunda de muchos datos, tanto de los parámetros de la tabla 2. como otros no tabulados, citados anteriormente, impide el estimativo de daños ambientales por unidad de producción de carbón para las diferentes cuencas y zonas mineras. Sin embargo, de acuerdo con las relaciones simples definidas en los numerales anteriores y la información de la tabla 2., se puede concluir que los efectos puntuales de la pequeña minería son de muy difícil manejo por el bajo nivel tecnológico y de desarrollo empresarial de las operaciones mineras, por lo disperso de las actividades mineras tanto espacialmente como por el gran número de operadores<sup>34</sup>, pero probablemente no son muy graves, dada las bajas tasas de producción en general. Los efectos acumulados de las pequeñas explotaciones que afectan las cuencas de drenaje o percolación pueden ser altas en las explotaciones más antiguas, pero dadas las economías de las zonas con minería, se confunden con los efectos de otras actividades productivas (otras actividades mineras, agricultura, cría, etc.). Por otra parte, la pequeña minería antecede por muchos años (incluso siglos) a la legislación ambiental y esto dificulta la evaluación y discriminación de causas. Parece ser que la legislación ambiental se hubiese diseñado para las explotaciones grandes, no para la pequeña minería y no contempla la viabilidad de la gestión que tanto operadores mineros como autoridades ambientales deben ejercer. El efecto más importante de la pequeña minería es sobre la salud y bienestar de los trabajadores y no es estricto sensu un problema ambiental sino de seguridad industrial. Sin embargo, es uno de los términos en las cuentas de costos ambientales y aparece reiterativamente en los documentos sobre la minería del carbón en Colombia.

En consideración a los costos ambientales de la pequeña y mediana minería, Ecocarbón en asociación con el Ministerio del Medio Ambiente (Ecocarbón, 1998) promueven reformas y adecuaciones de su organización empresarial, para asemejarlas a las de la gran minería con el objetivo de hacerla ambientalmente eficiente. Sin embargo, se critica reiterativamente que la pequeña minería es además económica y financieramente ineficiente y la carencia de organización empresarial es tan grave que no es viable que se den economías de escala y se pueda contar con gerenciamiento y administración eficaces y diluir los posiblemente excesivos costos de la aplicación bona fide de la legislación ambiental vigente, por lo cual la única solución viable es el cierre de las minas y la reorientación de las actividades económicas en la áreas de pequeña minería (García Lozada, 1999).

Por otra parte, se conocen algunos problemas asociados a la gran minería para los que no se cuenta con parámetros medibles que permitan calificar, mucho menos cuantificar los daños. En particular, se debe subrayar el efecto dinamizador de la actividad económica asociado a las grandes inversiones que desencadena procesos no planificados tanto o más deletéreos sobre el medio ambiente que los procesos mineros mismos.

Por otra parte, se considera de especial significancia la carencia de un control externo adecuado de la autoridad ambiental sobre la planeación minera (avance de los tajos), González et al., 1990. El operador minero en el caso de concesiones (todos los operadores de gran minería de carbón en Colombia), tiende -ceteris paribus- a maximizar sus tasas de producción anuales. Esta eficiencia financiera se puede traducir en situaciones indeseables desde el punto de vista ambiental o aún eco-

<sup>32</sup> En este contexto cabe resaltar la necesidad de que la autorización para continuidad, ampliación o inicio de operaciones mineras no se base exclusivamente en los estudios ambientales de los operadores sino en evaluaciones ambientales regionales que contemplen la incidencia sobre el ambiente de múltiples iniciativas de diversos sectores, tal como se indicó en otro aparte de este capítulo (ver también: Lee, 1985, González et al., 1990; Neotrópicos, 1996).

<sup>33</sup> Para exportación del carbón se utilizan 7 puertos sobre el Caribe, tres de ellos construidos exclusivamente para embarque de carbón (Puerto Bolívar, American Port Co. y Drummond) y en 1997 movilizaron el 0,79539544133395 del carbón producido en Cerrejón y Cesar.

<sup>34</sup> De acuerdo con Ecocarbón (1996) en 1995 existían en Colombia 1444 operaciones de pequeña minería, 40 de mediana y 5 de gran minería.

nómico, tales como el aislamiento de áreas silvestres valiosas, rodeadas de tajos mineros activos por todas partes que impide la emigración espontánea de fauna vertebrada terrestre; o la ubicación de depósitos de escombros y estériles en áreas mineras futuras que sólo serían explotadas cuando reviertan las concesiones. En el primer caso se requieren operaciones de salvamento de fauna costosas y poco efectivas, probablemente innecesarias si se hubiese efectuado un planeamiento minero adecuado; en el segundo se incrementan artificialmente los costos de explotaciones futuras del manto carbonífero aún hasta el punto de hacerlas inviables.

#### **2.2.2.4 Consideraciones regionales para la evaluación ambiental de la minería del carbón**

La tabla 2. no presenta atributos particulares de las cuencas y zonas mineras diferentes de los relacionados con la minería. Sin embargo, como se dijo anteriormente, los efectos de la minería (en realidad de cualquier actividad de manejo del medio ambiente) dependen también de la susceptibilidad particular de las regiones objeto de la explotación. En los subcapítulos anteriores se hizo referencia indirecta a algunas características propias de estas regiones, tales como las afirmaciones sobre las características de las economías campesinas de las cuencas de pequeña y mediana minería. Sin embargo, prácticamente todos los indicadores de los efectos ambientales asociados a la explotación, transporte o embarque de carbón deben ser calibrados además para las características físicas, ecológicas y socio-económicas de las regiones involucradas. La documentación analizada, proveniente en su gran mayoría de publicaciones e informes del subsector es muy pobre en referencias a las características ambientales regionales. Tal vez la mejor información de contexto regional se encuentra en González, et al. (1990), pero esta publicación es anterior al desarrollo reciente de la minería del Cesar; por otra parte, la pequeña escala del análisis y la necesaria dispersión en múltiples temáticas hacen que su aplicabilidad a la minería del carbón sea limitada.

Sin embargo, a continuación se plantea con un ejemplo la utilidad de los análisis regionales para la determinación de las implicaciones ambientales de la minería (y de cualquier proceso de explotación de recursos). La inferencia es la siguiente: Las cuencas mineras en explotación están localizadas en regiones que difieren en cuanto a los biotopos afectados, a su importancia biológica y en términos de biodiversidad y en cuanto a sus prioridades de conservación. Es decir, los efectos que diversas explotaciones mineras tienen sobre los ecosistemas no son iguales, así las tasas de producción sean las mismas. El status de las regiones afectadas es consecuencia de múltiples factores concurrentes y función de la antigüedad y persistencia de las perturbaciones.

Para este análisis demostrativo sencillo se consideró el trabajo de Dinerstein et al., 1996<sup>35</sup> y el mapa de cuencas carboníferas de Castro Orjuela, 1970. La escala del análisis es pequeña pero la información es específica a la susceptibilidad e importancia de las ecoregiones afectadas. Dinerstein et al., consideran seis indicadores para establecer el status de conservación de las ecoregiones (pérdida de hábitat, hábitat conjunto, grado de fragmentación, tasa anual de conversión, grado de protección y área total del biotopo) y los sintetizan en tres índices (status de conservación, importancia biológica y prioridad por diversidad). Los resultados se presentan en la tabla 3.

Omitiendo por el momento los errores del análisis atribuibles a la pequeña escala y a las diferencias de escala de las fuentes de información, se puede concluir que las cuencas de Córdoba, Valle y Norte de Santander afectan ecoregiones cuyo status de conservación es crítico, todas las demás afectan biotopos amenazados, excepto las cuencas más grandes y presumiblemente con explotaciones más antiguas (Cundinamarca-Boyacá-Santander) localizadas en una ecoregión vulnerable. El valor ecológico de las ecoregiones afectadas es principalmente a escala local o bio regional (subcontinental) y la importancia de la biodiversidad afectada es alta a máxima, excepto en parte de las cuencas de Córdoba y del Valle que es moderada, etc.

#### **2.2.2.5 Conclusión**

La información disponible sobre las operaciones mineras, las características de las cuencas carboníferas y las condiciones naturales y culturales de las regiones es escasa, altamente agregada, en ocasiones contradictoria y no permite un evaluación precisa de las implicaciones de diferentes emprendimientos mineros.

<sup>35</sup> Dinerstein, E. D., M. Olsen, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Book-binder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank, WWF. Washington. Este documento emplea algunos términos más bien heterodoxos en la denominación de las categorías ecológicas: el término *ecoregión* -usado por Dinerstein et al.- es equivalente al de biotopo y el de *macro-habitat* es análogo al de bioma, de uso más común en la literatura ecológica especializada.

tabla 3. Evaluación de criterios a nivel de paisaje, status de conservación e importancia biológica de ecoregiones de Colombia afectadas por la minería del c

| ECOSISTEMA PRINCIPAL<br>macrohábitat<br>bioregión<br>ecoregión | área†<br>km² | evaluación status de conservación: criterios |                          |                    |                      |                      |            | evaluación                |                      |                         |                                 | cuenca carbonífera<br>relacionada con ecoregión |
|--|--------------|--|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|---|
|  |              | pérdida<br>habitat                           | hábitat<br>conjunto<br>b | fragmen-<br>tación | conver-<br>sión<br>e | protec-<br>ción<br>f | total<br>g | status<br>prelimi-<br>nar | status<br>final<br>i | valor<br>biológi-<br>co | prioridad<br>por<br>biodiversi- |   |
| <b>BOSQUE LATIFOLIADO TROPICAL</b>                             |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>bosque húmedo</b>   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>Andes septentrionales</b>                                   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| montano del valle del Cauca                                    | #####        | 32   | 20                       | 20                 | 6                    | 10                   | 88         | 2                         | 1                    | 1                       | I                               | Valle del Cauca/Cauca                           |
| Magdalena/Urabá  | #####        | 32   | 15                       | 16                 | 6                    | 10                   | 79         | 2                         | 2                    | 3                       | II                              | Córdoba   |
| montano cordillera Oriental                                    | #####        | 20   | 2                        | 12                 | 9                    | 4                    | 47         | 3                         | 3                    | 1                       | I                               | Boyacá/Cundinamarca/Santander                   |
| montano Andes Perijá   | #####        | 10   | 15                       | 16                 | 6                    | 4                    | 51         | 3                         | 2                    | 1                       | I                               | Norte de Santander                              |
| Catatumbo  | #####        | 40   | 20                       | 20                 | 0                    | 10                   | 90         | 1                         | 1                    | 4                       | III                             | Norte de Santander                              |
| <b>BOSQUE LATIFOLIADO TROPICAL</b>                             |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>bosque seco</b>   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>Andes septentrionales</b>                                   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| valle del Cauca  | 5.130        | 40   | 20                       | 20                 | 6                    | 10                   | 96         | 1                         | 1                    | 4                       | III                             | Valle del Cauca                                 |
| valle del Sinú   | #####        | 40   | 20                       | 20                 | 6                    | 10                   | 96         | 1                         | 1                    | 4                       | III                             | Córdoba   |
| <b>XEROFITIA</b>   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>chaparrales</b>   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>Caribe</b>  |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| Guajira, litoral Caribe  | #####        | 32   | 15                       | 12                 | 6                    | 8                    | 73         | 2                         | 2                    | 3                       | II                              | Guajira/Cesar                                   |
| <b>MANGLAR*</b>  |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>Atlántico</b>   |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| <b>Caribe</b>  |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      |                         |                                 |   |
| costa venezolana-Guajira                                       |              |  |                          |                    |                      |                      |            |                           |                      | 1                       | I                               | Guajira+puertos en el Caribe                    |

\* no son clasificados con la misma metodología en Dinerstein et al., 1995

† el área de la ecoregión incluye la de países vecinos en ecoregiones compartidas

Fuentes:

Castro Orjuela, A. 1970. Localización de Yacimientos de Carbón en Colombia. Mapa, escala 1:500.000. Ingeominas, copia heliográfica.

Dinerstein, E. D. M. Olsen, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank, WWF. Washington

Convenciones

a índice de 0 (mínima pérdida) a 40 (máxima)

b índice de 2 (conjuntos más grandes y numerosos) a 20 (más pequeños y menos numerosos)

Convenciones (continuación)

c índice de 0 (mínima) a 20 (máxima); índice varía de 0 a 10 si el valor de degradación está presente [no aplicable a ecoregiones de Colombia]

e índice de 0 (mínima tasa de conversión anual de hábitat natural) a 10 (máxima tasa)

f índice de 1 (mejor protección) a 19 (menor)

g índice para status de conservación preliminar desde 0 (mejor) a 100 (peor)

h 1 = crítico (89-100 puntos), 2 = amenazada (65-88), 3 = vulnerable (37-64), 4 = relativamente estable (7-36) y 5 = relativamente intacta (0-6)

i estatus final = estatus preliminar modificado por evaluación de amenazas; códigos igual que en h

j 1 = global, 2 = regional, 3 = bioregional y 4 = local

k I = máxima prioridad a escala regional, II = alta prioridad a escala regional, III = prioridad moderada a escala regional y IV = importante a escala nacional

Los indicadores utilizados<sup>36</sup> son altamente subjetivos, se han diseñado para reemplazar la carencia de datos y no para sintetizarlos y hacerlos utilizables en el diseño de políticas.

El tipo de análisis regional ejemplificado en el subcapítulo anterior, podría llevarse a cabo para contabilizar los efectos de la minería del carbón sobre los hábitats acuáticos continentales o litorales, sobre las economías familiares campesinas y regionales o sobre la infraestructura vial, etc. Más aún, el análisis sobre el status de los biotopos afectados podría refinarse ajustando las escalas de análisis y recopilando la información primaria de acuerdo con la metodología detallada en Diners-tein et al., 1995. Es en la producción de estos tipos de información básica -esencial para una adecuada evaluación ambiental de cualquier desarrollo- que las autoridades ambientales nacional y regionales y las unidades ambientales del subsector minero deberían concentrarse.

## **2.3 Gestión ambiental actual en el subsector carbón**

Los Ministerios del Medio Ambiente y de Minas y Energía y Minercol (anteriormente Ecocarbón) publicaron a comienzos del presente año una guía ambiental para el subsector (García Lozada, 2000) que presenta en forma ordenada el diagnóstico del subsector para los cuatro procesos principales: exploración, explotación a cielo abierto y subterránea, construcción y operación de instalaciones portuarias y consumo del carbón en centrales termoeléctricas. Complementariamente, la guía define para cada uno de los procesos los componentes de gestión a saber: análisis ambiental, medidas de manejo ambiental, monitoría y seguimiento y evaluación de la gestión ambiental. Este desarrollo -por demás lógico- presenta serias deficiencias derivadas en gran medida del limitado diagnóstico del subsector. A continuación se detallan las principales deficiencias de la guía ambiental del subsector.

### **2.3.1 Limitaciones del diagnóstico subsectorial**

La metodología empleada por García Lozada, 2000 para el diagnóstico subsectorial combina la lista de comprobación con la matriz de acciones/procesos de deterioro vs. componentes susceptibles de ser afectados. Esta metodología es la más comúnmente utilizada en Colombia para identificar efectos ambientales y normalmente se complementa con la caracterización ambiental de las zonas objeto de desarrollos para calificar y en ocasiones cuantificar los efectos directos identificados. Puesto que la legislación ambiental exige la contabilidad de los efectos sobre el medio natural y cultural se aglutinan los componentes medioambientales susceptibles de alteración en físicos, biológicos y antrópicos. Para cada efecto se elabora una ficha u otro tipo de registro, en la cual se identifica la causa (acción o proceso que genera el efecto), el componente ambiental alterado, los atributos del efecto (magnitud, duración, probabilidad de ocurrencia, persistencia, reversibilidad, posibilidades de manejo, etc.) y los parámetros ambientales que permiten inferirlos -puesto que en la mayoría de los casos no se cuenta con datos adecuados sobre el status de los componentes ambientales- y las medidas de control o manejo propuestas. De esta manera se tienen evaluaciones en dos instancias, los desarrollos sin y con medidas de control. Esta metodología sólo permite contabilizar los efectos directos y aún así debe partir de listas de comprobación exhaustivas de acciones deléreas y de componentes ambientales susceptibles de alteración. Los efectos indirectos, asociados y acumulativos no son normalmente contabilizados con esta metodología (ver Neotrópicos, 1996).

Las matrices de identificación de la guía ambiental subsectorial se transcriben en las tablas 4a. (exploración), 4b (explotación subterránea), 4c (explotación a cielo abierto) y 4d (construcción y operación de puertos carboníferos). A continuación se resaltan las deficiencias de la metodología ilustradas con ejemplos tomados de la guía.

#### **2.3.1.1 Identificación de efectos directos**

La primera deficiencia del diagnóstico del subsector estriba en la estructuración de las listas de comprobación. El nivel de desagregación de las actividades y procesos no es exhaustivo, deja de lado varias actividades importantes o las incluye sólo en algunas de las matrices: v. gr.:

- En ninguna de las matrices se contempla la adquisición de predios para las obras de infraestructura (accesos, vías de servicio, vías permanentes, obradores, campamentos, etc.) o para la actividad minera propiamente (bocaminas, plazas para acopio de carbón, estériles o desechos). Esta actividad normalmente incluye visitas de reconocimiento, levantamientos de los predios (topografía, trochas y perforaciones), negociación y desalojo de predios; demolición de viviendas y reubicación de la población desplazada; cercado y arborización de terrenos, entre otras. Es probable-

<sup>36</sup> Véase por ejemplo los capítulos de Evaluación de la Gestión Ambiental para exploración, explotación a cielo abierto y subterránea y puertos carboníferos en García Lozada, 2000.

Tabla 4a. Identificación de impactos durante la fase de exploración

|                                       |   | impactos durante la exploración |              |              |         |                        |                     |                       |       |         |              |        |           |                    |                      |
|---------------------------------------|---|---------------------------------|--------------|--------------|---------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------|---------|--------------|--------|-----------|--------------------|----------------------|
| actividades de la fase de exploración |   | ruido                           | calidad aire | calidad agua | erosión | desestabilidad taludes | contaminación suelo | destrucción cobertura | fauna | paisaje | expectativas | empleo | molestias | obras comunitarias | patriimonio cultural |
| actividades de exploración            | presentación programa minero                    |                                 |              |              |         |                        |                     |                       |       |         | 1            |        |           |                    |                      |
|                                       | movilización personal + instalación campamentos | 1                               |              | 1            | 1       | 1                      |                     | 1                     | 1     | 1       | 1            | 1      | 1         |                    | 1                    |
|                                       | adecuación accesos                              | 1                               | 1            | 1            | 1       | 1                      |                     | 1                     | 1     | 1       |              | 1      | 1         |                    | 1                    |
|                                       | topografía                                      |                                 |              |              |         |                        |                     | 1                     | 1     |         |              |        | 1         | 1                  |                      |
|                                       | exploración geofísica                           |                                 |              |              |         |                        |                     |                       |       |         |              |        | 1         |                    |                      |
|                                       | excavación túneles, apiques, trincheras         | 1                               | 1            | 1            | 1       | 1                      |                     | 1                     | 1     |         |              |        |           |                    | 1                    |
|                                       | perforación                                     | 1                               | 1            | 1            | 1       |                        | 1                   |                       |       | 1       |              | 1      | 1         |                    | 1                    |
|                                       | disposición de sobrantes                        |                                 | 1            | 1            |         |                        | 1                   |                       |       | 1       |              |        | 1         |                    |                      |
|                                       | desmantelamiento de campamentos                 |                                 |              | 1            | 1       | 1                      | 1                   |                       | 1     | 1       |              |        |           |                    |                      |

Tabla 4b. Identificación de impactos durante la fase de explotación, minería subterránea

|                                       |                                     | impactos durante explotación subterránea |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| actividades de la fase de explotación |                                     | Contaminación físicoquímica              | Aporte de sedimentos | Variación de niveles freáticos | Contaminación orgánica | Hundimiento terreno/subsistencia | Obstrucción cauces | Movimiento macizo rocoso | Tala arborea | Reducción cobertura | Alteración del paisaje | Aumento capacitación técnica | Demanda de escuelas | Aumento riesgos salud | Deterioro condiciones ergonómicas | Demanda de vivienda | Demanda servicios de salud | Aumento accidentalidad | Demanda equipo salvamento | Deterioro infraestructura | Demanda servicios públicos | Incremento nivel de empleo | Cambio nivel de ingresos |   |
| actividades explotación subterránea   | ingeniería y diseño                 |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        | 1                            |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | construcción y montaje              |  |                      |                                | 1                      |                                  |                    |                          |              | 1                   | 1                      |                              | 1                   | 1                     | 1                                 | 1                   | 1                          | 1                      |                           | 1                         |                            | 1                          | 1                        |   |
|                                       | arrnque de la mina                  |  |                      |                                | 1                      |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | cargue                              |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | sostenimiento                       |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          | 1            | 1                   |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | desagüe                             | 1  | 1                    | 1                              | 1                      |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | transporte interno                  |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | descargue-acopio                    |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | botaderos deestériles               | 1  | 1                    |                                | 1                      |                                  | 1                  | 1                        |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | cierre                              | 1  | 1                    | 1                              | 1                      | 1                                |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          |   |
|                                       | desmantelamiento de obras           |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          | 1 |
|                                       | desmantelamiento de infraestructura |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     |                        |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          | 1 |
|                                       | recuperación de botaderos           |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     | 1                      |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          | 1 |
|                                       | limpieza de área                    |  |                      |                                |                        |                                  |                    |                          |              |                     | 1                      |                              |                     |                       |                                   |                     |                            |                        |                           |                           |                            |                            |                          | 1 |

Tabla 4c: Identificación de impactos durante la fase de explotación, minería a cielo abierto

| actividades de explotación a cielo abierto | Impactos durante explotación a cielo abierto |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|--|-------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|--|
|  | Emisión de partículas suspendidas totales    | Alteración del patrón de drenaje superficial | Vertimientos con variaciones considerables de pH | Vertimientos con altos contenidos de sólidos suspendidos | Vertimientos con contenidos de minerales disueltos | Vertimientos con altos contenidos de materia orgánica | Vertimientos de lixiviados de residuos sólidos | Vertimientos con contenidos de aceites e hidrocarburos | Pérdida de suelo por descapote | Aumento de la erosión | Deslizamientos / Desprendimientos | Disposición inadecuada de residuos sólidos | Intervención de áreas sensibles (riberas, ríos, bosques) | Artificialización del paisaje | Extensión de áreas afectadas por la operación | Eliminación de la cubierta vegetal | Intervención de áreas boscosas | Cambio en el nivel de escolaridad | Cambio en la calidad de vida | Pérdida del patrimonio cultural | Cambio en el nivel de empleo | Cambio en el nivel de ingresos |  |  |
| construcción y montaje                     | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| desvío drenajes superficiales              |  | 1  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| remoción de vegetación                     |  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| formac. pilas de suelo                     |  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| perforación y voladura                     | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| remoción de esteril                        | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| implementación de escombreras              | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| arranque y cargue                          | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| transporte interno                         | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| apilamiento de carbón                      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| clasificación y trituración                | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| mantenimiento de maquinaria                |  |  |  |  |  |   | 1  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| tratamiento de efluentes                   |  |  | 1  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| vida útil de proyecto minero               |  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| manejo de suelos                           | 1  |  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| modelamiento de formas                     | 1  | 1  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| estabilización de formas                   | 1  | 1  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |
| adecuación de drenaje                      |  | 1  |  |  |  |   |  |  |                                |                       |                                   |  |  |                               |   |                                    |                                |                                   |                              |                                 |                              |                                |  |  |



mente una de las actividades que conlleva mayores cambios sociales; las áreas a adquirir serán mucho mayores para minería a cielo abierto que para subterránea y menores para adecuación de puertos existentes que para nuevos puertos.

- Los componentes viales para acceso a la zona minera y para transporte interno se denominan *adecuación de accesos* en las matrices de la guía, dejando la impresión de que son obras secundarias de pequeña magnitud, cuando en realidad en las operaciones mineras recientes éstas incluyen decenas de kilómetros de vías permanentes (vida útil no menor que la longevidad de la concesión minera, i. e., > 25 años), de altas especificaciones (anchura de banca superior a 10 m, con obras de arte, con capa de rodadura asfáltica para tráfico pesado, etc.) y circulación restringida al operador minero y sus contratistas.<sup>37</sup> La construcción de las vías requerirá grandes cantidades de materiales de préstamo de cantera y de aluvión y la construcción de plantas asfálticas o de hormigón. La actividad no está restringida al inicio de la operación puesto que la eficiencia financiera exigirá que sólo se construyan instalaciones a medida que se necesiten; así, la construcción de vías puede ser una actividad permanente. Es claro que los componentes viales de los desarrollos mineros, dada su magnitud y permanencia pueden requerir de una evaluación ambiental propia.

- En la matriz para minería a cielo abierto se incluye una actividad de dudosa validez: *vida útil del proyecto*, las consecuencias de ésta, de acuerdo con la guía, son todas positivas y recaen sobre la población local o regional (aumentos de ingresos, de nivel de escolaridad, de calidad de vida...), con la excepción de la pérdida del patrimonio cultural. Tres aspectos son importantes en este contexto: (i) de una parte los beneficios derivados de las inversiones son objeto de la evaluación económica y sensu stricto no hacen parte de la evaluación ambiental; (ii) los ingresos y compensaciones no llegan a toda la población y además inducen procesos inflacionarios locales y aún regionales (encarecimiento de tierras, bienes y servicios) por aumentos de la demanda<sup>38</sup>; (iii) la actividad debería ser evaluada para otros componentes del subsector (minería subterránea, transporte y embarque)<sup>39</sup>

Al igual que las actividades, la desagregación de componentes medio ambientales es incompleta, redundante y algunos efectos se ubican en los componentes inapropiados por lo cual se ocultan los efectos reales, v. gr.:

- El ruido, generado por múltiples actividades, es considerado en las matrices de la guía como una alteración del componente atmosférico, en realidad es una alteración del componente antrópico (salud y comodidad) y por otra parte puede tener implicaciones sobre los ganados y otros animales domésticos o inducir desplazamientos de fauna vertebrada terrestre en áreas aún alejadas de la fuente de perturbación.
- En general los efectos de las actividades mineras sobre los componentes biológicos están pobremente identificados; por ejemplo en la matriz para puertos carboníferos se denominan *afectación de fauna o flora, terrestre o acuática*, sin que se precise en que consisten las afectaciones.<sup>40</sup>
- La contaminación de aguas dulces o marinas por vertimientos orgánicos puntuales o aporte de material biodegradable se denomina *eutrofización* [sic], dando la impresión de que estos aportes son substanciales y permanentes, mientras que las causas identificadas son transitorias.
- Se incurre en múltiples contabilidades del mismo efecto ocasionado por las mismas causas, por ejemplo *eutrofización, reducción de calidad del agua y reducción del contenido de oxígeno disuelto* en la matriz de puertos.
- Los efectos sobre los elementos naturales considerados como recursos (cambios en calidad, cantidad o accesibili-

<sup>37</sup> Las operaciones mineras recientes incluso pueden requieren la construcción de vías férreas propias, como en el caso de la explotación de los yacimiento del Cerrejón, Zona Norte.

<sup>38</sup> Esta relación no es exclusiva de los desarrollos mineros en Colombia, se ha documentado para grandes inversiones (mineras, de extracción de hidrocarburos, construcción de grandes obras hidroeléctricas, plantas industriales, etc.) en muchos países (véase por ejemplo Lee, 1985). En Colombia la inflación regional por aumentos de la demanda también está asociada a la producción y refinación de narcóticos y correctamente se considera un problema y no un beneficio.

<sup>39</sup> En relación con este punto cabe resaltar una limitación adicional de la metodología de la guía, i.e., la denominación de las actividades y por ende de los efectos no es la misma en las diferentes matrices aunque se trate esencialmente de la misma actividad y su interacción con el mismo componente ambiental.

<sup>40</sup> Los inventarios de estructuras biológicas (listados de especies de flora o fauna) son en sí mismas de muy poca utilidad en evaluaciones ambientales, por la poquísimas información ecológica asociada a los nombres de los organismos en la mayoría de los casos. La consideración adecuada de los elementos del componente biológico debe incluir los efectos de las actividades y procesos del etéreo sobre los siguientes atributos: diversidad de especies y de hábitats, status de hábitats, grado de antropización, dependencia inter-hábitats, areales y barreras biogeográficas y recursos biológicos; ver detalles en Neotrópicos, 1996.

dad de suelos, bosques, vida silvestre, agua, pesca, etc.) no se contemplan<sup>41</sup>.

### 2.3.1.2 Efectos indirectos, asociados y acumulativos

Tal como se dijo la metodología de listas de comprobación y matrices de procesos/actividades vs. componentes ambientales sólo permite la identificación de efectos directos. En realidad su utilidad se puede ampliar si se incluyen como componentes del desarrollo evaluado -en este caso el desarrollo minero- aquellas actividades no planificadas y planificadas por fuera del ámbito de dicho desarrollo pero concurrentes con él y se repite el ejercicio de identificación<sup>42</sup>. Este procedimiento implica la formulación explícita de la relación de causalidad o correlación entre el desarrollo evaluado y los desarrollos concurrentes planificados y no planificados, puesto que éstos no siempre se dan, no necesariamente ocurren en las mismas áreas ni son del mismo tipo. Hay dos conceptos mezclados en el uso actual del término *efectos indirectos*:

- a. las cadenas causales cambio físico - cambio biótico - cambio antrópico que a su vez pueden generar un segundo ciclo de cambios, es lo que normalmente se analiza en una EIA
- b. cambios (directos e indirectos sensu a.) asociados a las actividades no planificadas o planificadas por otros sectores que no son atribuibles al sector responsable las actividades que generan los cambios tipo a., pero que no se darían a menos que las actividades tipo a. ocurran.

Los cambios tipo b. son indirectos (o secundarios) y normalmente no son objeto de análisis<sup>43</sup>, pero pueden ser mucho más importantes que los tipo a., en parte por el carácter acumulativo de los efectos concurrentes y en parte por las dificultades de establecer responsabilidades individuales y ejercer control.

Las inversiones para desarrollo, salvo contadas excepciones (emprendimientos hidroeléctricos en áreas remotas, por ejemplo) no se dan aisladas, por el contrario normalmente van acompañadas de otras inversiones estatales o de estrategias y políticas de estímulo a la inversión privada, puesto que se espera que generen cambios regionales, i.e., más desarrollo. Los efectos sobre la biodiversidad de la construcción y puesta en servicio de un corredor vial constituyen un buen ejemplo, otros procesos planificados o no (desarrollo urbano, eléctrico, turismo, demandas de bienes y servicios...) cada uno con su cuota de efecto sobre la biodiversidad, a través de diferentes causas (ver tabla 5.), se dan con la existencia de una vía. Las consecuencias no son minimizables por diseño, sino que exigen condicionantes y restricciones que sólo la autoridad ambiental puede definir con base en evaluaciones ambientales regionales. Una vía que se desarrolle en un contexto de riqueza de recursos naturales y alta biodiversidad es el primer eslabón de una cadena de transformaciones cuyas consecuencias son la disminución de la biodiversidad a escala regional e incluso a escala global en algunas regiones particularmente ricas y sensibles (v. gr., Chocó biogeográfico, Macarena, Magdalena medio, sierra Nevada de Santa Marta...). Por tanto, todo cambio en esa dirección es atribuible a la decisión de construir una vía en una región frágil, para permitir o promover otros desarrollos.

Los efectos -por ejemplo sobre la biodiversidad pero también sobre otros componentes ambientales- son entonces el resul-

<sup>41</sup> En este caso no habría doble contabilidad, una cosa son los elementos ambientales (corrientes y lagos, suelos, hábitats y organismos, etc.) como estructuras que hacen parte de los componentes físico o biológico y otras como recursos actuales (agua, suelo, bosques, vida silvestre...) que hacen parte del componente antrópico. Pueden presentarse efectos sobre los recursos, limitando la accesibilidad por ejemplo, sin que las estructuras sufran modificaciones o las estructuras pueden no constituir recursos y estar alteradas, en cuyo caso no hay efectos sobre el componente antrópico.

<sup>42</sup> Las actividades típicas para identificación de efectos de procesos no planificados incluyen: asentamientos, construcciones permanentes, construcción de infraestructura, introducción de plantas domésticas, introducción de animales domésticos, agricultura, ganadería y cría, extracción de materiales.

<sup>43</sup> La decisión de la autoridad ambiental se toma básicamente sólo con la evidencia suministrada por los documentos sometidos a su consideración por el proponente o propietario de un proyecto y justamente son los requeridos para expedir licencias y permisos. En este sentido la autoridad ambiental no tiene bases para emitir una opinión sobre lo que debería ocurrir en una región dada. Es por esta razón que aún en ecosistemas denominados estratégicos por la autoridad ambiental (v. gr., Chocó biogeográfico, humedales, estuarios, páramos...) se evalúa la viabilidad de cualquier tipo de proyecto. En el mejor de los casos la política de la autoridad ambiental es decidir sobre los proyectos en el orden estricto en que se presentan las solicitudes; tal como se hace por ejemplo en las oficinas de planeación municipales para autorizar o negar desarrollos urbanísticos, aunque en estas entidades se tienen en cuenta las demandas adicionales de servicios públicos, vías y otros aspectos (en cierto sentido los efectos acumulativos indirectos) sobre la oferta existente. Lo anterior reitera la necesidad de una EA Estratégica que contemple una EA Sectorial y sine qua non, EAs Regionales de las zonas mineras.

Tabla 5. modos mediante los cuales diversos sectores, considerados aisladamente, alteran la biodiversidad, listados en orden ascendente de importancia\*

| ° | causa inmediata   | efecto sobre diversidad                  | vías |   |   | hidrocarburos |   |   | minería |   |   | eléctrico |   |   | líneas |   |   | químicos |   |   |
|---|---|--|------|---|---|---------------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|--------|---|---|----------|---|---|
|   |   |  | d    | a | i | d             | a | i | d       | a | i | d         | a | i | d      | a | i | d        | a | i |
| 1 | destrucción localizada, temporal de hábitats              | reducción local, temporal de uniformidad | 1    |   |   | 1             | 1 |   | 1       | 1 |   | 1         | 1 |   | 1      | 1 |   |          | 1 | 1 |
| 2 | destrucción localizada, permanente de hábitats            | reducción local, temporal de uniformidad | 1    |   | 1 | 1             | 1 | 1 | 1       | 1 |   | 1         | 1 |   | 1      | 1 |   |          | 1 | 1 |
| 3 | fragmentación local de hábitats <sup>1</sup>              | reducción local de uniformidad           | 1    |   | 1 | 1             | 1 | 1 | 1       | 1 |   | 1         | 1 |   | 1      | 1 |   |          | 1 |   |
| 4 | fragmentación regional de hábitats <sup>1</sup>           | reducción regional de riqueza            | 1    | 1 | 1 |               | 1 | 1 |         | 1 | 1 |           | 1 | 1 |        | 1 | 1 |          |   |   |
| 5 | desplazamiento ecológico de especies nativas <sup>2</sup> | reducción regional de riqueza            |      |   | 1 |               | 1 |   |         | 1 |   |           | 1 |   |        | 1 | 1 |          |   | 1 |
| 6 | sobre-extracción selectiva localizada <sup>3</sup>        | reducción regional de riqueza            |      |   | 1 |               | 1 |   |         | 1 |   | 1         | 1 |   |        | 1 | 1 |          |   | 1 |
| 7 | sobre-extracción selectiva regional <sup>3</sup>          | reducción regional de riqueza            |      |   |   |               |   |   |         |   |   |           |   |   |        |   |   |          | 1 | 1 |
| 8 | destrucción masiva, permanente de hábitats                | reducción global de riqueza              |      |   |   |               |   | 1 |         |   | 1 |           |   |   |        |   |   |          |   |   |

Fuente: Neotrópicos. 1996. Diseño de Metodologías y Procedimientos de Evaluación de Problemáticas de Flora y Fauna Asociadas a Desarrollos de los Varios Sectores a Cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Informe Final. Ministerio del Medio Ambiente. Medellín.

1. Fragmentación ocurre por destrucción de hábitats (v.gr., por erosión o contaminación) o por inhabilitación permanente (v.gr., por usos agropecuarios). En ambos casos hay interferencia con procesos ecológicos y alteración de estructuras demográficas
  2. A través de competencia y depredación; incluye procesos naturales (v. gr., rompimiento de barreras geográficas para dispersión) y culturales (v. gr., introducción de especies, formación de barreras, control biológico)
  3. Incluye procesos extractivos (caza, pesca, de madera, leñateo...) y uso intensivo de biocidas específicos y genéricos. No incluye consecuencias sobre biodiversidad por contaminación de cadenas tróficas
- d. actividades y procesos directos  
a. actividades y procesos asociados  
i. actividades y procesos indirectos

tado del agregado de efectos de proyectos individuales combinados y de actividades no planificadas o planificadas autónomamente por fuera del ámbito y control del promotor o propietario del proyecto evaluado y del Ministerio del Medio Ambiente o de la autoridad ambiental regional. Los procesos regionales (ecosistémicos) con consecuencia sobre los elementos ambientales son generados así:

- en forma directa (obras, actividades, acciones fundamentales de proyectos particulares, v. gr.: adecuación y explotación de tajos mineros, acopio de minerales estériles y desechos, beneficio y procesamiento)
- en forma secundaria o asociada (obras, actividades, acciones complementarias de proyectos particulares, ejs.: vías de servicio, campamentos, redes de servicios, estaciones de transferencia y embarque...)
- en forma indirecta (obras, actividades, acciones asociadas a los procesos de desarrollo y crecimiento de una región, ejs. crecimiento urbano, colonización e incorporación de áreas naturales a la producción agrícola o pecuaria)

### 2.3.1.3 Síntesis

El diagnóstico subsectorial presentado en la guía ambiental (García Lozada, 2000) es limitado y poco útil para la formulación de políticas por cuanto (i) se basa en una metodología inadecuada, (ii) no contempla la totalidad de las actividades y procesos propios de los componentes del subsector ni la totalidad de los elementos medioambientales de susceptibles de ser afectados, (iii) no incluye -aunque la metodología empleada lo permitiría- las actividades asociadas planificadas y espontáneas concurrentes con el desarrollo del subsector y (iv) presenta muy pocos datos e información factual.

## 2.3.2 Seguimiento y monitoría

### 2.3.2.1 Conceptos generales y limitaciones

Monitoría es un vocablo de origen latino (derivado de *monitus*, participio pasado de *monere*, recordar, advertir), no está formalmente aceptado en el idioma castellano, pero su uso se ha hecho común. En inglés, de donde ha sido prestado, significa la actividad de observar, medir o vigilar un fenómeno o proceso, con el objeto de detectar cambios y producir señales de prevención o alarma. El término, en un contexto ambiental, se ha asimilado a la confrontación de un pronóstico del comportamiento de un proceso dado, con el diagnóstico de cómo en la realidad ocurre dicho proceso que incluye la no ocurrencia del fenómeno y la ocurrencia de situaciones no pronosticadas. (García Lozano, 1988)<sup>44</sup>

En el caso del subsector carbón -i.e., la monitoría de los fenómenos ecológicos y ambientales, manifiestos en los diversos componentes, asociados a la construcción y operación de instalaciones para extracción, acopio, transporte y embarque de carbón- el pronóstico que debe ser verificado en la realidad es el EIA de la construcción y operación del complejo, (García Lozano, 1988; García Lozada, 2000). La monitoría, o sea el diagnóstico, es uno de los componentes del sistema de gestión ambiental (García Lozada, 2000).

Un punto particularmente relevante acerca de monitorías ambientales en general y particularmente sobre las que se realicen en el neotrópico, es el carácter eminentemente natural -opuesto a exacto- que poseen las ciencias ambientales. La ecología no es una ciencia exacta, cuenta con herramientas que permiten afirmar -en algunos casos con un nivel adecuado de certidumbre- que dadas ciertas situaciones *a*, otras condiciones *b* pueden ocurrir, pero siempre se corre el riesgo de que ciertas predicciones no ocurran o de que ciertos efectos no puedan ser detectados, simplemente por la multiplicidad de factores que intervienen, aún en el más simple de los procesos ambientales. Este alto nivel de incertidumbre asociado al *vaticinio* ambiental solamente puede reducirse mediante la acumulación sistemática de datos acerca de tantas situaciones como sea posible. En otras palabras monitoreando muchos y muy diversos fenómenos ambientales, (García Lozano, 1988).

De acuerdo con lo exigido por la legislación ambiental vigente (referencia a las normas particulares para diversos elementos ambientales pueden verse en García Lozada, 2000) la monitoría de un proceso, con posterioridad al hecho impactante, no es el todo de la gestión ambiental. Se requiere, además de la detección del problema, el planteamiento e implementación de las medidas correctivas necesarias (García Lozada, 2000). Teniendo en cuenta lo dicho, un plan de monitoría debe incluir procedimientos, metodologías y programas que permitan:

- Verificación de la ocurrencia de efectos pronosticados y evaluación de su magnitud,

<sup>44</sup> García Lozano, L. C. 1988b. Monitorías ambientales: evaluación ex post de los efectos sobre la flora y la fauna. Seminario sobre Impacto Ambiental de Obras Civiles. Universidad del Cauca, marzo 28 - abril 1 de 1988. Popayán.

- Detección y evaluación de efectos imprevistos,
- Evaluación de la efectividad de las medidas preventivas, mitigativas o de compensación establecidas por el EIA o el PMA,
- Diseño de planes y medidas adicionales.

Para algunos elementos ambientales, v. gr.: partículas y gases en el aire o concentración de sustancias inertes, biodegradables y tóxicas en el agua, el conocimiento de los fenómenos de alteración, sus causas y la experiencia acumulada en Colombia pueden considerarse adecuados y esto se refleja en la evolución de la legislación; lo dicho no implica que no exista espacio para mejoramiento, véase por ejemplo Card & Leentvaar, 1984<sup>45</sup>.

Por otra parte, para un gran número de fenómenos ambientales tanto físicos (v. gr.: cambios microclimáticos, contaminación de suelos, alteraciones hidráulicas e hidrológicas de planicies aluviales...), como biológicos (p. ej. los ya citados cambios en los descriptores de biodiversidad y estabilidad de biotopos) y sociales (p. ej.: cambios en disponibilidad y acceso a recursos o cambios en superestructuras tales como arraigo, suficiencia, etc.), los conocimientos distan de ser adecuados, las experiencias son escasas y por tanto la legislación es o inexistente o muy vaga (Lee, 1985; García Lozano, 1988a, 1988b; Neotrópicos, 1996). Adicionalmente es necesario resaltar que son justamente estos los componentes más afectados por las actividades y procesos asociados e indirectos, dan origen a transformaciones sinérgicas y a efectos acumulativos y son precisamente los más deficientemente evaluados en la actualidad.

Las deficiencias sobresalientes de las monitorías adelantadas en la actualidad en el subsector minero están relacionadas fundamentalmente con los siguientes hechos:

- Limitación del alcance de los pronósticos por las restricciones de las metodologías empleadas, detalladas en el subcapítulo anterior. Para el caso de la minería subterránea, para los sistemas de transporte de largas distancias (i. e., fuera del área de la operación minera) y para puertos antiguos adecuados o ampliados para el embarque de carbón, se carece además de evaluaciones ex ante adecuadas,
- Carencia de evaluaciones ex ante y ex post de las regiones objeto de los desarrollos,
- Dependencia de las autoridades ambientales sólo en los EIA como fuente de información ambiental regional,
- Dificultad para acceder o inaccesibilidad de datos e información ambiental relevante tanto para los operadores mineros como para las autoridades ambientales y el público en general<sup>46</sup>
- Recursos financieros y humanos inadecuados en algunas autoridades ambientales, v. gr., en las corporaciones autónomas regionales

Esta situación se traduce en una tendencia del operador minero a reducir el alcance de sus monitorías (sitios, parámetros, frecuencias) al mínimo necesario para cumplir las normas ambientales o las exigencias de la autoridad ambiental y por supuesto a disuadir la formulación de nuevas o mejores normas. Las monitorías se limitan al registro y acumulación periódica de datos (físicos y biológicos) de varias estaciones en la zona minera<sup>47</sup>; no se reportan datos de estaciones de control; aunque algunos de los parámetros son definidos desde la legislación, son poco útiles en términos de dar señales de prevención o alarma (objetivo fundamental de la monitoría) ni permiten cuantificar daños. Algunos de los métodos de análisis de

<sup>45</sup> Card J. R., P. Leentvaar (editores). 1984. Hydro-Environmental Indices: A review and Evaluation of their Use in the Assessment of the Environmental Impacts of Water Projects/ IHP-II Project A3.2. UNESCO. International Hydrological Programme. Technical Documents in Hydrology. v + 179 pp. Paris.

<sup>46</sup> La abundancia aparente de información ambiental efectivamente inaccesible es considerada como una de las mayores limitantes de la gestión ambiental en los países en desarrollo (Lee, 1985)

<sup>47</sup> Véase por ejemplo, Drummond Ltd. 2000. Reporte de los resultados de monitoreo ambiental efectuado en la mina del proyecto carbonífero La Loma durante el segundo trimestre de 2000. La Loma, Cesar.

datos son científicamente inaceptables<sup>48</sup>. No hay interpretación de resultados y se desconoce si la autoridad ambiental evalúa científicamente estos informes o con qué periodicidad lo hace. Los informes de monitoría se convierten en un requisito más que los operadores mineros cumplen religiosamente para que las autoridades ambientales los dejen tranquilos.

### 2.3.2.2 Indicadores ambientales

"En muchos áreas importantes no contamos con los datos, las herramientas analíticas ni el entendimiento científico que nos permita afirmar si los actuales patrones de cambio en el medio natural son sostenibles. Estamos, efectivamente, conduciendo un automóvil sin un mapa actualizado, así que no podemos estar seguros de dónde estamos. El mejorar nuestra percepción de la ruta por recorrer mediante la ampliación de la base de datos ambientales tiene una alta prioridad. Nuestra meta es un patrón de desarrollo sostenible, pero no siempre es claro que camino debemos tomar para llegar allí"<sup>49</sup>. Este enunciado bien podría reflejar la situación en Colombia, pero fue emitido recientemente por la agencia ambiental de un país rico y desarrollado. Es muy posible que la real situación en Colombia sea peor.

*Conceptos y definiciones.* Antes de discutir el uso de indicadores en el subsector carbón conviene citar algunas conceptos relacionados con la temática de los indicadores de desarrollo sostenible.

**"Problemáticas:** Son cuestionamientos a nivel de política y conflictos de naturaleza ambiental y socio-económica relacionada. Las problemáticas son objeto de controversia, sujetas a debate y requieren interpretación. Las problemáticas pueden ser definidas en términos de uno o usualmente de varios **indicadores** mediante reglas implícitas o explícitas, dependiendo de contextos tales como tiempo, espacio y marco de referencia socio-político.

**Indicadores:** Propiedades medibles del ambiente (físico, biótico, social, económico, cultural...), definidas en un contexto espacial, temporal y político. Los indicadores están enlazados a las problemáticas mediante interpretaciones subjetivas y evaluaciones complejas. Los indicadores ilustran las problemáticas. Se derivan de **datos** ambientales mediante algoritmos simples tales como adición, promediación, interpolación, están basados en acuerdos de expertos, en ocasiones subjetivos o en un marco regulatorio de estándares y reglas formalmente definidas.

Los **datos** son o se derivan de mediciones directas u observaciones, pueden implicar conversiones automáticas o interpretación en equipos o aplicaciones de computación o procedimientos rutinarios, normalmente basados en un cuerpo teórico sólidamente establecido."<sup>50</sup>

La finalidad fundamental de los indicadores es suministrar la información requerida para tomar decisiones. Pueden aparecer como medidas sencillas, pero su éxito estriba en que puedan sintetizar y comunicar exactamente aspectos sobresalientes de ambientes y procesos ambientales complejos, (CSIRO, 1999). "Los indicadores están en la cúspide de la pirámide de información; en la base están los datos que a menos que sean procesados son inútiles para la formulación de políticas. Los datos procesados en estadísticas, tablas o nomogramas se pueden emplear en la preparación de informes y servir de base para evaluaciones ad hoc, pero aún así son con frecuencia difíciles de entender o utilizar en la formulación de políticas. Los indicadores son estadísticas dirigidas específicamente a políticas y problemáticas y apuntan hacia la obtención de resultados y conclusiones exitosas. Generalmente son agregados y tienen propósitos claros. Entre los indicadores clásicos están las tasas de desempleo o la tasa de crecimiento del PIB, cifras tan poderosas y reconocidas que pueden inducir crisis políticas y aún forzar la dimisión de gobiernos. En el nivel más alto de la pirámide están los índices, tales como el índice de precios al consumidor o el índice de desarrollo humano, estos combinan diferentes indicadores en una sola cifra y son útiles para comparaciones espaciales y temporales", (Mannis, 1996)<sup>51</sup>. De acuerdo con CSIRO (1999) un buen indicador debe poseer las si-

<sup>48</sup> Este es el caso de los informes trimestrales de monitoría de Drummond (Drummond, 2000). Los efectos de la operación minera sobre los suelos y los biotopos acuáticos se evalúan mediante el índice de diversidad de Shannon-Weaver; este enfoque presenta dos problemas: En primer lugar este es un índice de heterogeneidad, derivado de la estadística termodinámica y aproximado para su uso en teoría de información; no tiene una distribución normal ni valores standard; índices de diversas colecciones -así sean del mismo sitio en épocas diferentes o de diferentes sitios en la misma época no pueden ser promediados como si fueran muestras de la misma población; (Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5:285-307); en el caso de gradientes (naturales o artificiales) el índice de Shannon-Weaver ni siquiera es una medida útil (Peet, 1974). En segundo lugar, sólo tiene sentido calcular índices de diversidad para especies y categorías taxonómicas inferiores (razas, variedades, fenotipos), no para géneros, familias y categorías taxonómicas superiores -tal como lo hace Drummond- estas categorías en muchas ocasiones son artificiales. Sin embargo, se puede emplear el índice de Shannon-Weaver para evaluar la regularidad temporal de diversas categorías de organismos en cohortes analizadas periódicamente (Obrdlík, P. & L. C. García Lozano. 1992. Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos abundance in the Upper Rhine alluvial floodplain. Arch. Hydrobiol. 124 (2): 205-224).

<sup>49</sup> Tomado de: The Report Australia: State of the Environment 1996, citado por CSIRO Australia. 1999. A guidebook to environmental indicators. <http://www.csiro.au/csiro/envind/code/pages/menu.htm>

<sup>50</sup> ESS GmbH. 1996. The GAIA Conceptual Framework. <http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/>

<sup>51</sup> Mannis, Adam. 1996. Indicators of Sustainable Development. <http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/Reports/indics.html>

guientes características:

- tener un significado acordado y científicamente sólido,
- representar un aspecto ambiental de importancia para la sociedad,
- comunicar algo importante y que su significado sea fácil de entender,
- poseer un proceso sólido y práctico de medición
- ayudar a enfocar la información y responder a interrogantes importantes
- permitir su uso eficiente y costo-efectivo y así contribuir al proceso de toma de decisiones.

Por otra parte, los indicadores al igual que las estadísticas y los datos requieren de un sistema de referencia que permita al decisor establecer si un valor dado del índice o indicador es adecuado o inadecuado. Este sistema normalmente son los estándares, pueden no ser universales y requerir contextualización espacial, temporal e incluso socio-política ( Card & Leentvaar, 1984; ESS, 1996).

Finalmente, es conveniente reiterar que los indicadores sintetizan información y esta síntesis presenta dos problemas fundamentales: De una parte, se puede llegar al mismo valor de un indicador a partir de datos y estadísticas disímiles, en las cuales los valores altos de ciertos datos ocultan los valores bajos de otros; por otra parte los indicadores son irreversibles, es decir no permiten la reconstrucción de los datos originales de los cuales fueron derivados.

*Indicadores ambientales en la guía subsectorial.* La guía ambiental del subsector (García Lozada, 2000) formula para cada uno de los grandes componentes del subsector -exploración, explotación a cielo abierto y subterránea, puertos y plantas termoeléctricas- un sistema de indicadores orientados a la *evaluación de la gestión ambiental*. Siguiendo la terminología citada arriba, la gestión ambiental se evalúa mediante un *índice* conformado por tres *indicadores*: (i) de plan de manejo ambiental, (ii) de permisos ambientales y (iii) de impacto ambiental. La conformación de los dos primeros es común para todos los componentes y la del tercero es específica.

(i) Indicador de plan de manejo ambiental

- Indicador plan de manejo biofísico
- Indicador plan de gestión social
- Indicador plan de monitoreo
- Indicador plan de contingencia

(ii) Indicador de permisos ambientales

- Permisos obtenidos
- Permisos requeridos

(iii) Indicador de impacto ambiental

- Indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales de minería
- Indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas
- Indicador de impacto por manejo de escombreras
- Indicador de impacto por nivel de empleo

Con la excepción de algunos de los indicadores que participan en la conformación del indicador de impacto ambiental, los indicadores de la guía son triviales, responden a una problemática que puede ser importante para el operador minero pero no lo es para la población afectada por sus actividades ni para la sociedad interesada en la protección del ambiente ni para las autoridades ambientales. Los indicadores de la guía evidencian el nivel de cumplimiento (en algunos casos sólo de gasto financiero para lograrlo) de los acuerdos pactados o de las exigencias de las autoridades ambientales o de la ciudadanía organizada, pero no permiten establecer con ninguna certidumbre los cambios positivos o negativos en los diferentes componentes ambientales que es en última instancia el objetivo de un indicador ambiental. Los acuerdos y exigencias son el resultado de discusiones (concertaciones) entre la autoridad ambiental y la ciudadanía con el operador minero y es el interés primario de éste minimizar los compromisos, así que el diseño de indicadores que demuestren su acatamiento y cumplimiento de la legislación y de los acuerdos son prioritarios. Para la sociedad y para la autoridad ambiental la prioridad es la calidad del ambiente y los avances en el mejoramiento de situaciones indeseables, por tanto los indicadores deben diseñarse para evidenciar estos aspectos.

*Recomendaciones para el diseño de indicadores ambientales.* El ciclo de manejo (gestión) ambiental parte de la pregunta: ¿Qué se quiere saber? Para responder a ella se identifican y seleccionan indicadores, se diseñan los programas de monitoría y de recolección de datos, se recolectan y sintetizan los datos y finalmente se interpretan y evalúan para obtener la respuesta ¿Qué indican los datos? Esta alimenta de nuevo el ciclo de manejo ambiental, (CSIRO, 1999).

La sociedad y el estado como defensor de sus intereses requieren conocimiento claro acerca del status del medio ambiente, acerca de las consecuencias que las actividades humanas de todo tipo (planificadas y no planificadas) tienen sobre los componentes ambientales fundamentales para la sociedad, acerca de las políticas de desarrollo y su relación con las políticas de conservación y protección del medio ambiente, acerca de las metas que la sociedad y el estado se han planteado y acerca de los logros y fracasos de diferentes estrategias de gestión. Esos conocimientos requieren además del entendimiento claro del funcionamiento del sistema ambiental total. En otros países en donde se ha avanzado más en el diseño y empleo de indicadores ambientales se reconoce que a medida que se precisa y profundiza en el conocimiento de las problemáticas ambientales se pueden utilizar menos y más simples indicadores para suplir las necesidades de información, (v. gr., Environment Australia, 2000)<sup>52</sup>.

La tendencia actual para el desarrollo de indicadores ambientales sigue el modelo condición - presión- respuesta (PSR Model), propuesto por la OEDC y adaptado, por ejemplo por las autoridades ambientales de Australia (ver CSIRO, 1999, Environment Australia, 2000) para la preparación de informes sobre el estado del ambiente. El modelo PSR de la OEDC describe respectivamente las presiones antropogénicas sobre el ambiente, las condiciones o estados de los elementos ambientales valorados y las respuestas humanas a cambios en las presiones y condiciones ambientales. Condición hace referencia al status del componente, presión a los fenómenos naturales o inducidos por la sociedad que individualmente o en conjunto alteran esa condición y que pueden ser positivos o negativos y respuesta se refiere básicamente a las acciones de manejo y gestión para contrarrestar influencias negativas o acelerar las positivas.

Las relaciones entre diferentes componentes ambientales impiden una fragmentación de sistema ambiental total. Los efectos en un componente se pueden traducir en efectos en otros componentes y estos pueden ser significativos. Siguiendo el modelo PSR las preguntas que deben responder los indicadores ambientales para el subsector carbón son:

- ¿Cuál es el status o *condición* de los elementos ambientales en las áreas donde se desarrollan actividades del subsector?
- ¿Cuáles son las *presiones* que las actividades del subsector ejercen sobre tales elementos ambientales y cuál es la contribución de tales presiones a la *condición* actual de dichos elementos?
- ¿Cómo *responden* las autoridades ambientales y la sociedad a las *condiciones* y a las *presiones*, para mejorar o conservar las primeras o minimizar o contrarrestar las segundas?

Como punto de partida se puede tomar la adaptación del modelo PSR en Australia (Environment Australia, 2000); los componentes ambientales de interés fundamental para la sociedad son biodiversidad, suelo y ecosistemas terrestres, aguas continentales, estuarios y costas, asentamientos humanos, atmósfera y patrimonio natural y cultural. Por otra parte, las actividades desarrolladas en las regiones mineras y que pueden afectar los componentes ambientales listados son<sup>53</sup>: industrias extractivas, industrias procesadoras, desarrollo y expansión urbana, transporte, producción de energía, agricultura, ganadería y pesca y colonización, no todas estas actividades concurren en las regiones del subsector ni tienen el mismo desarrollo, de tal manera que los indicadores que se diseñen deben eventualmente reflejar esta condición.

Nótese que para la primera pregunta ¿Cuál es el status o *condición* de los elementos ambientales en las áreas donde se desarrollan actividades del subsector? no se tiene una respuesta clara, aunque es posible construirla con base en la información disponible en diferentes entidades públicas (IGAC, IDEAM, DANE, institutos adscritos al Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales, etc.) y en informes y documentos de entidades no gubernamentales públicas y privadas (universidades, institutos de investigación, organizaciones ambientales no gubernamentales, etc.)<sup>54</sup>. Para la segunda pregunta ¿Cuáles son las *presiones* que las actividades del subsector ejercen sobre tales elementos ambientales y cuál es la contribución de tales presiones a la *condición* actual de dichos elementos? es conveniente regresar diagnóstico; de acuerdo

<sup>52</sup> Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, State of the Environment Reporting Task Force. 2000. Core Environmental Indicators for Reporting on the State of the Environment. Commonwealth of Australia, Canberra. <http://www.environment.gov.au/soe/envindicators/coreindicators.html>

<sup>53</sup> Las clases listadas aquí son adaptadas de World Bank, 1978 (World Bank. 1978. Environmental Considerations for the Industrial Development Sector. Washington) y Lee, 1985, pero se puede establecer una categorización diferente, siempre y cuando se defina claramente en que clase se incluye una actividad particular; v. gr.: el suministro de agua potable hace parte de desarrollo y expansión urbana, producción y transformación de sustancias narcóticas hacen parte de agricultura, puertos marinos y fluviales hacen parte de transporte, etc. En el caso de la actividad minera sus actividades primarias hacen parte de industrias extractivas y transporte.

<sup>54</sup> Esta situación reitera la recomendación formulada en otros apartes del presente informe acerca de la necesidad de una evaluación ambiental regional de las áreas de influencia del subsector carbón en Colombia.

Tabla 6. Indicadores ambientales recomendados para el subsector carbón en Colombia

| componente ambiental afectado  | actividades causantes |                         | indicadores   | tipo  |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|---|---|
|                                | minería               | transporte <sup>1</sup> |   |   |
| biodiversidad                  | 1                     |                         | áreas deforestadas, total y tasa anual<br>destrucción de hábitats terrestres (áreas)<br>destrucción de hábitats acuáticos (áreas)<br>número de especies introducidas (flora y fauna vertebrada)<br>riqueza de especies de flora y fauna<br>extensión de áreas naturales terrestres y acuáticas<br>status de biotopos seleccionados <sup>2</sup><br>valor biológico de biotopos seleccionados <sup>2</sup><br>prioridad por diversidad de biotopos seleccionados <sup>2</sup><br>poblaciones de especies seleccionadas<br>número y extensión de áreas protegidas (públicas y privadas)<br>proyectos públicos y privados de recuperación (áreas)<br>áreas revegetalizadas | P<br>P<br>P<br>P<br>C<br>C<br>C/P<br>C<br>C/R<br>C<br>R<br>R<br>R |
| suelo y ecosistemas terrestres | 1                     |                         | cambios en el vector de uso del suelo<br>áreas con erosión actual<br>áreas con erosión heredada<br>áreas con potencial de erosión hídrica y eólica<br>áreas revegetalizadas<br>áreas beneficiadas por proyectos de control de erosión<br>áreas de afloramiento de manto freático<br>áreas de intrusión de cuña salina marina<br>áreas con suelos salinos y ácidos<br>concentraciones anormales de metales pesados en suelos y alimentos   | P/R<br>P<br>P/C<br>P<br>R<br>R<br>P<br>P<br>C/P<br>P              |
| aguas continentales            | 1                     |                         | disponibilidad vs. uso de agua freática<br>salinidad de agua freática<br>concentraciones anormales de metales pesados en aguas freáticas<br>concentraciones anormales de metales pesados en aguas superficiales<br>elasticidad de ciénagas y humedales <sup>3</sup><br>tasas de producción de aguas servidas domésticas<br>recaudos por tasas retributivas<br>volumen anual de aguas tratadas vs. volumen total usado   | C/P<br>C/P<br>P<br>P<br>C/P<br>P<br>R<br>R                        |
| estuarios y costas             |                       | 1                       | $\Sigma$ descargas costeras<br>áreas de biotopos costeros (manglares, marismas, ciénagas...)<br>producción pesquera estuarina y litoral   | P<br>C<br>P   |
| atmósfera                      | 1                     | 1                       | concentraciones de GEI<br>concentraciones de partículas   | P<br>P  |
| asentamientos humanos          | 1                     | 1                       | consumo de energía per capita<br>composición de vector de energía (eléctrica, leña, carbón, hidrocarburos...)<br>relación espacio público/residencial<br>población con niveles críticos de NBI<br>minorías étnicas con modus vivendi tradicional: número de asentamientos y población   | P<br>P<br>C/P/R<br>C<br>C   |
| patrimonio natural y cultural  | 1                     | 1                       | número y distribución de objetos y lugares identificados como patrimoniales<br>proporción de lugares destruidos o severamente alterados<br>gastos totales anuales en conservación de restos y lugares arqueológicos   | C<br>P<br>R   |

<sup>1</sup> para el caso del subsector carbón las redes de transporte internas se consideran parte de la operación minera y se asume que el sector utiliza la red pública, por tanto no se contemplan los problemas por construcción de facilidades públicas para transporte <sup>2</sup> sensu Diners-tein et al., 1995 <sup>3</sup> área en potamofase vs. área en limnofase

con lo planteado en la tabla 1., el subsector carbón tiene consecuencias sobre todos los componentes ambientales, aunque es claro que no en todas las regiones se afectan todos los componentes ni con la misma intensidad. Finalmente, para responder a la tercera pregunta ¿Cómo *responden* las autoridades ambientales y la sociedad a las *condiciones* y a las *presiones*, para mejorar o conservar las primeras o minimizar o contrarrestar las segundas? se deben hacer referencias claras a los resultados de la aplicación de las normas y políticas actuales y a las tendencias y logros de la sociedad local y regional en organizarse en la defensa de sus intereses en materia ambiental.

En la tabla 6 se sintetizan las recomendaciones para el diseño de indicadores ambientales asociados al subsector carbón. Para cada uno de los grandes componentes se indica si las dos grandes actividades del subsector tiene en principio consecuencias directas sobre el componente. Los indicadores no se detallan en cuanto a su conformación ni métodos de cálculo ni se plantean índices (integración de varios indicadores) para estimar calificaciones globales de los componentes, pues esto va más allá de los alcances de este trabajo. Conviene resaltar algunos aspectos particulares de los parámetros sugeridos para el diseño de indicadores:

- La información requerida para el cálculo de un indicador particular para un componente puede ser la misma que para otro indicador y algunos de ellos son complementarios, i. e., son términos del mismo vector; v. gr.: áreas deforestadas (biodiversidad) y cambios en el vector de uso del suelo (suelo y ecosistemas terrestres).
- Muchos parámetros de la lista requieren llevarse a proporciones o tasas, pues los valores absolutos no permiten comparaciones intra e interregionales; mientras que otros pueden expresarse como valores absolutos, en algunos casos incluso puede ser conveniente expresarlos en las dos formas. Por otra parte para muchos indicadores se requiere discriminación en subcategorías, v. gr.: por biotopo, por subregión, por composición étnica, etc.
- No todos los indicadores reflejan influencias de las actividades directas del subsector, aunque pueden reflejar las indirectas, según se discutió en subcapítulos anteriores; este punto es fundamental puesto que el propósito de un indicador no es encontrar responsables de consecuencias específicas sobre un componente medioambiental, para esto se han diseñado los estudios ambientales y los programas de seguimiento y monitoría.

*La interpretación de los indicadores ambientales.* Tal como se dijo anteriormente una vez se diseñen los indicadores ambientales, se establezcan los programas de recolección de información y se calculen los indicadores, etc. se regresa al ciclo de gestión con la pregunta ¿Qué indican los datos?. Es la respuesta a este interrogante la que es útil en términos de formulación de políticas, esto está implícito en el ciclo de gestión. En el caso concreto del subsector carbón la interpretación de los indicadores ambientales requiere ante todo una evaluación ambiental estratégica que como se ha indicado en otros apartes de este informe está conformada por dos evaluaciones paralelas: (i) una evaluación ambiental subsectorial y (ii) evaluaciones ambiental regionales.

### 2.3.3 Políticas ambientales del subsector carbón

Las actividades asociadas al subsector carbón en Colombia (exploración, extracción, transporte y embarque) son responsables de importantes deterioros ambientales en las regiones donde éstas se desarrollan (Guajira, Cesar y Córdoba minería a gran escala, moderna a cielo abierto; Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Antioquia y Valle, minería subterránea de pequeña y mediana escala, principalmente tradicional, con tecnología moderna en algunos casos). Los deterioros se derivan principalmente de los procesos mineros y de transporte de minerales; al considerarlas en conjunto con las consecuencias indirectas, pueden afectar prácticamente todos los componentes ambientales, aunque en particular se concentran en el suelo y los ecosistemas terrestres, las aguas continentales y la biodiversidad en biotopos acuáticos y terrestres y en menor grado marinos, en estos últimos como consecuencia del desarrollo de instalaciones portuarias para embarque de carbón de exportación.

De acuerdo con la literatura ambiental la magnitud de los efectos directos y acumulados es función de la tasa de producción anual de carbón. No existe -o no está disponible- sin embargo la información que permita afirmar con un grado adecuado de certidumbre la magnitud de los efectos en las diversas regiones carboníferas, i. e., los deterioros unitarios por tonelada de carbón producida en diversas regiones no se conocen. Las estadísticas presentadas en varios documentos de UPME y Ecocarbón son incompletas, contradictorias, parciales, agregadas y no reflejan ni las características económicas ni financieras ni mucho menos ambientales del sector, esto es particularmente cierto para la pequeña y mediana minería.

A pesar de esta carencia de datos concretos puede establecerse que la pequeña y mediana minería, dadas las mucho más reducidas tasas de producción anuales generan menores cambios regionales, aunque es posible que en algunas regiones (v. gr., Cundinamarca y Boyacá) dada la antigüedad de la actividad minera, los efectos acumulados sean substanciales. Sin em-

bargo, en estas regiones concurren otras actividades transformadoras del medio natural (extracción de otros minerales, diversas industrias que utilizan el carbón como combustible, agricultura y ganadería, etc.) lo cual dificulta la evaluación de los deterioros causados exclusivamente por el subsector carbón. Los efectos puntuales de la pequeña y mediana minería sobre aguas y suelos y sobre la salud de los trabajadores mineros se consideran desproporcionadamente grandes en razón al menor nivel de desarrollo tecnológico y gerencial de las explotaciones.

En las regiones donde se desarrolla actualmente minería a gran escala (particularmente en Guajira y Cesar), son las actividades del subsector carbón las principales causas del deterioro regional, aunque también en estas concurren otras actividades asociadas a los procesos planificados y no planificados de desarrollo, gestados en gran medida por el desarrollo minero.

### 2.3.3.1 Políticas detalladas en la guía ambiental del subsector (García Lozada, 2000)

La guía ambiental para el subsector -publicada este año conjuntamente por los Ministerios de Minas y Energía, Medio Ambiente y Ecocarbón (hoy Minercol)- contiene sendos capítulos de diagnóstico que incluye indicadores ambientales, seguimiento y monitoría, enunciados de política y estrategias. El diagnóstico sólo reconoce algunos de los efectos directos de las actividades del subsector, no considera ni los efectos indirectos ni los acumulados tanto directos como indirectos y por tanto falla en hacer un análisis juicioso de la problemática. Los indicadores ambientales formulados en la guía están orientados a la evaluación de la gestión interna de cada operador minero en cuanto a su nivel de cumplimiento de la legislación y de los compromisos adquiridos y no a evaluar el efecto global de sus actividades sobre el medio ambiente. Esta limitante se refleja en las recomendaciones para monitoría -que si bien se ajustan a la legislación ambiental vigente- se limitan a la valoración periódica de algunos de los efectos directos y aún así presenta fallas metodológicas importantes.

Por las razones expuestas, las recomendaciones de política de la guía son también muy limitadas. Básicamente están dirigidas a definir una línea de conducta ambiental para el operador de la minería a gran escala y no contemplan ninguna recomendación en particular para los operadores de la pequeña y mediana minería, aunque en el mismo diagnóstico limitado de la guía se identifican problemáticas cualitativa y cuantitativamente diferentes. Por otra parte, las políticas de la guía no presentan líneas de acción concretas para las autoridades mineras ni ambientales. Los enunciados de política -y las estrategias asociadas- son retóricos, tautológicos y en el mejor de los casos increíblemente vagos: repiten casi verbatim la filosofía y objetivos de las leyes y normas ambientales<sup>55</sup>:

"La política ambiental del subsector carbonífero promulgada por Ecocarbón, está orientada hacia la prevención y control de los factores de deterioro ambiental, para reparar los daños causados, optimizar los beneficios y coadyuvar en el desarrollo sostenible del país.

Otro postulado básico de la política se refiere a que la industria del carbón, en todas sus etapas, deberá acatar las reglamentaciones y normas ambientales vigentes."

La política no puede ser que el sector X se compromete a cumplir la legislación ambiental. No podría ser de otra manera, ningún sector en sus cabales afirmaría públicamente que su política es no cumplir las leyes.

La principal recomendación de la guía se basa en la *Política Nacional de Producción más Limpia*<sup>56</sup>, la cual es bastante vaga en su formulación. Los dos aspectos sobresalientes de dicha política son la promoción de la autogestión y la autorregulación y la formulación e implementación de instrumentos económicos.

Este énfasis de la política es significativo, en los dos planes recientes de desarrollo (1997-2005 y 1999-2010, Ecocarbón 1996, 1998) se afirma que "la dimensión ambiental puede constituirse en una de las mayores amenazas para el crecimiento del subsector". Así que la política de producción más limpia, basada en autocontrol e incentivos económicos se convierte en una política para promover la inversión en el desarrollo del sector a partir de regulaciones ambientales más laxas tal

<sup>55</sup> Esta crítica es por demás válida para casi todas las formulaciones bona fide de política ambiental en Colombia y en Latinoamérica, véase por ejemplo: Lagos, G. & P. Velasco. 1998. Environmental Policies and Practices in Chilean Mining. En : Warhurst, A. (editor). 1998. Mining and the Environment. Case Studies from the Americas. Chapter 3. <http://www.idrc.ca/books/focus/828/chapter3.html>

<sup>56</sup> Consignada en el Documento CONPES 2750 de diciembre 21 de 1994. Dentro del marco de esta política, en junio 5 de 1995 el Ministerio del Medio Ambiente y el subsector del carbón suscribieron el *Convenio Marco de Concertación para una Producción Limpia*, (Ecocarbón, 1996).

como ha sido la tradición de la inversión extranjera en el sector minero<sup>57</sup>.

Por otra parte, el cambio del enfoque tradicional de comando y control por instrumentos basados en el mercado, para manejo ambiental en América Latina -implícito en la praxis actual de la política de producción limpia- ha sido criticado por sus altos costos administrativos, de monitoría y de cumplimiento y porque limita el acceso institucional a los recursos financieros para manejo ambiental<sup>58</sup>.

### 2.3.3.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio

*Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*. Es una modificación de la Implementación Conjunta y uno de los *mecanismos flexibles* para que los países industrializados puedan cumplir con los postulados del Protocolo de Kyoto<sup>59</sup>(PK). Este exige a las naciones industrializadas una reducción para el período 2008-2012 del 5% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, comparadas con los niveles de 1990. El mecanismo se basa en la captura de CO<sub>2</sub> atmosférico mediante plantaciones forestales, como alternativa o complemento a la reducción de emisiones; puesto que las emisiones -o su reducción- tienen efecto global, los países participantes del PK pueden optar por reducir su tasa de consumo de combustibles fósiles o mejorar los controles y así reducir emisiones en su territorio o apoyar el desarrollo de plantaciones forestales en los países no participantes del PK o una combinación de estos dos métodos. EUA, Canadá, Australia, Japón, entre otros, quieren evitar los esfuerzos de reducir sus crecientes emisiones derivadas del consumo de combustibles fósiles y cuentan con el MDL para cumplir con la meta establecida en el Protocolo de Kyoto<sup>60</sup>. Otros países, los de la UE principalmente, se oponen al MDL. Se estima que los países de la antigua Unión Soviética, China e India pueden acaparar hasta el 80% la producción de CREs (certificados de reducción de emisiones mediante captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales) y los países en desarrollo deberán competir por el resto del mercado. La posición de Colombia es poco promisoría principalmente por los altos riesgos de la inversión extranjera en la actualidad, además de que el congreso no ha ratificado aún el PK<sup>61</sup>.

*El MDL en Colombia*. La relación del MDL con el presente análisis del subsector carbón estriba en las dificultades previstas hacia el futuro para la exportación de hidrocarburos y carbón. Ni los planes de desarrollo del subsector elaborados por Ecocarbón ni el documento de estrategia de implementación del MDL en Colombia detallan estas dificultades, pero ciertamente están en parte derivadas de los compromisos en los países compradores de hidrocarburos y carbones de Colombia de reducir sus emisiones, independientemente de la adopción del PK. En cualquier caso, la estrategia MDL para Colombia formula la venta de paquetes de carbón e hidrocarburos conjuntamente con CREs (*combustibles verdes*) que pueden ser de interés para los compradores, principalmente EUA, Japón y algunos países europeos.

El balance de los escenarios considerados para lograr la captura necesaria de CO<sub>2</sub> que compense, mediante la venta de CREs las pérdidas por la disminución de exportaciones no es promisorio: tomando como base el precio más alto posible de CREs y el funcionamiento óptimo de todos los proyectos de captura de CO<sub>2</sub> analizados, se esperaría para el período 2008-2010 unos ingresos de US\$435 millones (netos de US\$157 millones después de compensar la pérdidas por reducción de

<sup>57</sup> Warhurst, A. (editor). 1998. Mining and the Environment. Case Studies from the Americas. IDRC. [http://www.idrc.ca/acb/showdet.cfm?&DID=6&Product\\_ID=491&CATID=15](http://www.idrc.ca/acb/showdet.cfm?&DID=6&Product_ID=491&CATID=15)

<sup>58</sup> Huber, R. M. (responsable de proyecto). 1998. Environmentally Sustainable Development. Market-Based Instruments for Environmental Policy making in Latin America and the Caribbean: Lessons from 11 Countries. 1998 Abstracts of Current Studies. <http://www.worldbank.org/html/dec/Publications/Abstracts98/3esd/esd13.htm>

<sup>59</sup> Los *mecanismos flexibles* fueron autorizados en diciembre de 1997 en el Protocolo de Kyoto, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992. Los mecanismos son: Canje de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero (CE-GEI) y MDL y tienen como propósito fundamental minimizar los costos de la reducción de GEI en los países comprometidos a las reducciones establecidas en el Protocolo de Kyoto. Complementariamente, el MDL intenta brindar una oportunidad de participar en la mitigación de GEI a los países en desarrollo que no se acogieron a la reducción de emisiones de GEI. (Toman, M., & M. Cazorla. 1998. The Clean Development Mechanism: A Primer. RFF, Washington. Weathervane Feature 048 <http://www.weathervane.rff.org/features/feature048.html>; Osorno Gil, A. 1999. Sumideros de CO<sub>2</sub> redención para Colombia. Gestión y Ambiente, 3:85-87)

<sup>60</sup> Como la meta de reducción es global, algunos de los países participantes deberán hacer reducciones más substanciales que otros y en algunos casos hay países que pueden incluso incrementar sus emisiones (Finlandia, Noruega, Australia), lo cual les permite canjear sus cuotas, haciendo uso del otro mecanismo flexible, el CE-GEI. (Sedjo, R. A. 2000. Carbon Mitigation through Forestry and Land Use: The Effect of the International Climate Agreement on Forestry. Weathervane Feature 107. RFF. <http://www.weathervane.rff.org/features/feature107.html>

<sup>61</sup> Black A., T. (editor). 2000. Estudio de estrategia nacional para la implementación del MDL en Colombia. Informe Final. Ministerio del Medio Ambiente, National Strategy Studies, World Bank. Santafé de Bogotá.

ventas de carbón e hidrocarburos) por la captura de 22,9 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> (Black, 2000). Pero esto implica la siembra y mantenimiento de ca. 1,3 millones de hectáreas en plantaciones y la certificación -por alguno de los mecanismos aún por diseñar en el PK- de que estas plantaciones no implican emisiones en otras partes del sistema ni destrucción de bosques, i.e., sin fugas<sup>62</sup>.

La estrategia MDL para Colombia (Black, 2000) reporta una evaluación detallada de la factibilidad económica y financiera de implementar proyectos MDL y considera para el sector forestal las ventajas de varias regiones que califica como excelentes y competitivas a nivel internacional, aunque no presenta datos ni de costos ni de eficiencias en otros países. La estrategia escoge un conjunto de 11 proyectos económicamente factibles (10 forestales en un área ca. 635.000 ha y uno de sustitución de generación termoeléctrica con base en carbón por energía eólica), para ofrecer eventualmente en el mercado de MDL, ver tabla 7.

El área destinada a fijaciones de CO<sub>2</sub> es sólo el 24% del total y contribuye con sólo el 21% de la reducción potencial; las áreas efectivamente sembradas son bastante menores pues todos los proyectos involucran manejo de sucesión en áreas con agricultura y con cría de ganados, pero no se dan los datos discriminados en todos los casos. Las eficiencias medias de fijaciones y de reducciones varían bastante entre sí y de ensayo a ensayo (ver tasas medias y desviaciones típicas en la tabla 7.), pero esto puede ser consecuencia no de variaciones en las eficiencias de los proyectos en sí, sino en las proporciones de áreas en siembra, agricultura y cría por una parte y de conservación y manejo por otra. La media total indica que las reducciones por conservación son un poco más efectivas que las plantaciones. Esto es engañoso porque conservación en este caso es disminuir la tasa de deforestación de bosques maduros o climáticos, estimada en más de 600.000 ha/año para el país, la cual ocurre en proporción no despreciable dentro de áreas del sistema de parques naturales y áreas protegidas y en zonas de reserva forestal, i.e., en áreas supuestamente protegidas y controladas por el estado. La estrategia MDL así se convierte en pagar para que no se deforeste.

Esta estrategia difiere sensiblemente de alternativas recomendadas al Ministerio del Medio Ambiente para recuperar y consolidar áreas habitadas y en uso agrícola o ganadero dentro del sistema de parques naturales y áreas protegidas (v. gr., recomendaciones de Neotrópicos, 1996, para el PNN Paramillo)<sup>63</sup>, consistentes en aplicar el concepto de *mejora*, tradicionalmente aplicado a la conversión de tierras en bosques a tierras agrícolas o ganaderas, a las áreas para conservación. La *mejora* es entonces la reversión de las áreas degradadas a áreas boscosas mediante siembra de especies nativas, obras de control de erosión, obras para recuperación de suelos, manejo de las áreas plantadas, etc.; puesto que las *mejoras* son negociables el estado estaría pagando por la restauración. El punto es que el componente de conservación de la estrategia MDL para Colombia no conlleva trabajo humano ni en el sentido termodinámico ni social, mientras que la estrategia sensu Paramillo involucra los dos. El componente de conservación de la estrategia MDL para Colombia es realmente un subsidio y como tal tiene un costo enorme para la sociedad<sup>64</sup>.

Los datos de fijaciones de CO<sub>2</sub> de la estrategia MDL para Colombia (ver tabla 7.) parecen lógicos, aunque las tasas de fijación aparentan ser muy bajas, probablemente porque incluyen en todos los casos manejo silvo-pastoril (probablemente con rumiantes) que generan grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, disminuyendo la eficiencia objetiva del MDL, pero de acuerdo con

<sup>62</sup> Esta cifra es el equivalente en hectáreas; la reducción de los 22,9 millones anuales de CO<sub>2</sub> se logra, de acuerdo con Black (2000), mediante una combinación de reducciones (77,1% por conservación y manejo de bosques naturales), fijaciones (21,4% plantaciones y manejo de la sucesión natural) y sustituciones (1,4%, reemplazo de combustibles en cocinas y proyecto de energía eólica). Black, 2000 no presenta el vector discriminado, pero es evidente que la siembra y manejo de plantaciones es un componente menor de la estrategia MDL de Colombia. Sin embargo, no es muy seguro que en la reunión de Holanda de los países signatarios del PK, actualmente en sesión (13.-24.11.00), se apruebe la conversión de sucesión manejada y conservación a CREs, puesto que las actividades forestal tradicional y de conservación de bosques en los países industrializados (donde un porcentaje alto de los bosques son sembrados y las áreas protegidas no tienen las amenazas que tienen en Colombia y demás países en desarrollo) acapararían un proporción substancial de los CREs y distorcionarían el mercado forestal en dichos países (Sedjo, 2000).

<sup>63</sup> Neotrópicos. 1996. Identificación de actividades prioritarias para el Parque Nacional Natural Paramillo, marco conceptual para definición de las acciones prioritarias, estrategias para la consolidación del parque. Informe Final. Urrá S.A., Montería, para el Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>64</sup> Varias corporaciones autónomas regionales han establecido programas de pagos a campesinos por conservación de rastrojos en áreas productivas con problemas de erosión u otras condiciones indeseables desde el punto de vista de la autoridad ambiental. Estos pagos han inducido el abandono de las actividades productivas con el consecuente deterioro del nivel de autosuficiencia de las economías familiares campesinas y la destrucción de los valores familiares. (Comunicación personal de Adriana Marín, ingeniera forestal, septiembre 2000).

Tabla 7. Proyectos MDL del Portafolio Preliminar de Colombia<sup>1</sup>

| proyecto            | region natural            | altitud<br>(m s.n.m) | área<br>(ha) | área para<br>fijaciones <sup>3</sup> | entorno productivo sin proyecto<br>MDL | duración<br>(años) <sup>8</sup> | reducción potencial CO <sub>2</sub> (1·10 <sup>3</sup> kg) |                         |                            | tasa (t/ha/año) <sup>7,8</sup> |                       |
|---------------------|---------------------------|----------------------|--------------|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                     |                           |                      |              |                                      |  |                                 | reducciones <sup>2</sup>                                   | fijaciones <sup>3</sup> | sustituciones <sup>4</sup> | fijado <sup>3</sup>            | reducido <sup>2</sup> |
| Acatm               | Amazonía/Orinoquia/Andina | < 500                | 52.000       | 6.330                                | madera/agricultura/coca/ganadería      | 30                              | 14.592.382   | 558.057                 | 138.987                    | 2,9                            | 10,7                  |
| Hacia               | Pacífico                  | < 500                | 93.500       | 13.500                               | madera/agricultura/minería             | 25                              | 12.936.887   | 3.661.690               | 193.963                    | 10,8                           | 6,5                   |
| Acofore             | Amazonía                  | < 150                | 115.350      | 15.350                               | ganadería/coca/agricultura/madera      | 25                              | 30.880.340   | 3.915.944               | 216.206                    | 10,2                           | 12,4                  |
| CAM                 | Andina                    | 2.000–3.000          | 84.406       | 25.916                               | madera/agricultura/ganadería           | 30                              | 17.977.104   | 6.553.732               |                            | 8,4                            | 10,2                  |
| CAR                 | Andina                    | 3.200–3.650          | 13.050       | 8.000                                | agricultura/ganadería/madera           | 25                              | 587.661  | 728.464                 |                            | 3,6                            | 4,7                   |
| CDMB                | Andina                    | 150–1070             | 37.000       | 17.000                               | agricultura/ganadería/madera           | 25                              | 4.406.403  | 3.001.727               |                            | 7,1                            | 8,8                   |
| Corpoica            | Orinoquia                 | < 250                | 43.000       | 18.000                               | ganadería/agricultura/madera           | 25                              | 3.780.500  | 1.062.600               | 190.767                    | 2,4                            | 6,0                   |
| CorpoUrabá          | Pacífico/Caribe           | < 300                | 150.000      | 25.000                               | ganadería/madera/agricultura           | 30                              | 21.668.774   | 7.451.483               |                            | 9,9                            | 5,8                   |
| CRQ                 | Andina                    | 2.000–3.000          | 20.000       | 5.000                                | agricultura/ganadería/madera           | 30                              | 7.229.171  | 1.916.516               |                            | 12,8                           | 16,1                  |
| Monterrey           | Caribe (Bolívar)          | < 250                | 23.970       | 17.659                               | ganadería/agricultura/madera           | 25                              | 749.539  | 3.069.064               |                            | 7,0                            | 4,8                   |
| EE PPM <sup>5</sup> | Caribe (Guajira)          | 0                    | -            | -                                    |  | 25                              | -  | -                       | 1.400.000                  | -                              | -                     |
| Σ                   |                           | -                    | 632.276      | 151.755                              | -                                      | -                               | 114.808.761  | 31.919.277              | 2.139.923                  | -                              | -                     |
| media               |                           | -                    | 63.228       | 15.176                               | -                                      | 26,8                            | -  | -                       | -                          | 7,5                            | 8,6                   |
| desviación típica   |                           | -                    | 45.658       | 7.192                                | -                                      | 2,5                             | -  | -                       | -                          | 3,6                            | 3,7                   |
| %                   |                           | -                    | -            | -                                    | -                                      | -                               | 77,1   | 21,4                    | 1,4                        | -                              | -                     |

1. Modificada de: Black A., T. (editor). 2000. Estudio de estrategia nacional para la implementación del MDL en Colombia. Informe Final. Ministerio del Medio Ambiente, National Strategy Studies, World Bank. Santafé de Bogotá.

2. Reducciones incluyen: conservación y manejo de bosques naturales secundarios maduros y climáticos y mejoramiento de la tecnología de utilización de carbón, hidrocarburos y leña

3. Fijaciones incluyen: plantaciones y manejo de la sucesión natural en sistemas agro-forestales y silvo-pastoriles

4. Sustituciones: sustitución de combustibles (plantas solares por leña, disminución de transporte de combustibles...), generación de energía eólica.

5. Substitución de energía termoeléctrica con base en carbón por energía eólica

6. Incluye áreas de reducciones y de fijaciones

7. La tasa media de fijación de carbono por m<sup>2</sup>/año para los biomas de Colombia se estimó entre 600 y 800 g los cuales equivalen a un rango de 19,7 a 26,3 t/ha/año de CO<sub>2</sub> (Leith, H.

1964/1965. Predicted annual fixation of carbon for the landmasses and oceans of the world. Geographisches Taschenbuch. Steiner Verlag GmbH, Weisbaden), estos valores son de productividad primaria neta, sin ajustes por pérdidas a consumidores, descomponedores y al substrato. La tasa de interés para el MDL debe ser mucho menor, probablemente cercana a los valores de Black, 2000.

8. Black, 2000 sólo presenta los datos al final del período del proyecto, pero es evidente que las tasas varían a lo largo del tiempo por dos razones: en primer lugar porque la totalidad de las áreas no serán incorporadas a cada proyecto desde el año 0 y segundo por que las eficiencias para fijar carbono varían con la edad de los bosques en una forma no lineal y que dependerá de las especies, la competencia interespecífica, el grado de herbivorismo, entre otros factores. Supuestamente todos estos factores se tuvieron en cuenta en el cálculo de Black, 2000.

Black (2000), aumentando las posibilidades de implementación. Así que según los datos de Black (2000), para generar CREs es mejor conservar/manejar bosques que sembrar árboles. El problema es que de acuerdo con las discusiones actuales sobre el PK en Holanda, las actividades de conservación no generarán CREs, i. e., no hacen parte del MDL (Sedjo, 2000).

Black, (2000) subraya las dificultades económicas, sociales y políticas que el emprendimiento de plantaciones, manejo de áreas degradadas, conservación de bosques... de esta magnitud conlleva, pero las considera superables y plantea los requisitos complementarios de diseño de tales proyectos para prevenir fugas: solución a los problemas económicos del productor rural; reconversión de sistemas agropecuarios extensivos, itinerantes a sistemas armonizados con el manejo ambiental y de los recursos naturales; autogestión desde el nivel local o municipal; organización ciudadana y eliminación de la corrupción; solución al problema de suministro de energía en zonas rurales distantes; transferencia tecnológica; sustitución de cultivos ilícitos, etc. Estos son justamente los requisitos del desarrollo sostenible, así que la estrategia MDL para Colombia se vuelve tautológica, i. e.: para hacer desarrollo sostenible, con base en proyectos MDL, hay que superar los obstáculos que impiden el desarrollo sostenible.

El problema fundamental para desarrollar proyectos MDL es la carencia de una organización social idónea. Si estos proyectos fueran sólo plantaciones comerciales realizadas por inversionistas privados, sólo se tendrían las dificultades subrayadas por Black (2000) para atraer inversionistas que son ciertamente mayúsculas<sup>65</sup>. Sin embargo cabe mencionar tres situaciones al menos en de las cuales la implementación de proyectos bona fide MDL podrían implementarse.

De una parte está la organización de productores más grande de Colombia, agrupa miles de productores en muchos departamentos del país, cuenta con decenas de años de experiencia en: transferencia tecnológica, organización empresarial, investigación aplicada, capacidad financiera, comercio internacional y muchas otras condiciones que facilitarían la implementación de proyectos MDL, se trata de la Federación Nacional de Cafeteros. En la actualidad se presenta una situación coyuntural ocasionada por los bajísimos precios del café a nivel internacional que podría incluso facilitar la implementación en tierras tradicionalmente cafeteras de proyectos MDL.

La segunda situación está en la gran cantidad de áreas, casi todas de propiedad del estado, en las cuencas inmediatas a los embalses para producción de energía o para acueducto<sup>66</sup>. Para las entidades propietarias de estas tierras su restauración y conservación activa es un negocio con o sin PK pues prolonga la vida útil de sus instalaciones. Las entidades mencionadas cuentan con todos los ingredientes necesarios (organización empresarial, capacidad financiera, acceso a tecnología y aún experiencia en manejo de plantaciones a gran escala) para implementar proyectos MDL de fijación de CO<sub>2</sub>.

La tercera situación son las miles de hectáreas en áreas del sistema de parques nacionales naturales y áreas protegidas hoy en día ocupados por cientos de familias de colonos -aunque en muchos casos son realmente asentamientos campesinos consolidados y anteceden la creación de los parques- que impiden la consolidación de las áreas de conservación. En muchos casos los asentados reconocen la ilegalidad de sus asentamientos y del uso que hacen de los recursos de dichas áreas y manifiestan estar dispuestos a abandonar los parques siempre y cuando el estado les compre sus mejoras (Neotrópicos, 1966). Para esta situación podrían formularse proyectos MDL de fijación de CO<sub>2</sub> para la recuperación de áreas de conservación. Incluso cabría una reformulación del proyecto Acatm a desarrollarse dentro de la jurisdicción de los PNN Tinigua y Macarena (Black, 2000)<sup>67</sup>.

<sup>65</sup> Las organizaciones ambientalistas no gubernamentales internacionales (Fern, WWF, Green Peace) se oponen rotundamente a los sumideros de CO<sub>2</sub>, consideran que el MDL generará la destrucción masiva de bosques naturales en los países subdesarrollados y empeorará las economías familiares de millones de personas, para el establecimiento de las plantaciones propiciadas por el MDL. Véase por ejemplo:

<http://www.greenpeace.org/~climate/sinksmedia/index.html>

<http://www.panda.org/climate>

<sup>66</sup> Para el caso de los ca. 40 embalses de beneficio hidroeléctrico en Colombia, estas áreas son superiores a las 90.000 ha

<sup>67</sup> En el contexto de esta reformulación existe interés por parte del Reino de los Países Bajos de inducir procesos de restauración de áreas degradadas dentro de los PNN del Área de Manejo Especial de La Macarena, vé: Jaramillo A. J., L.C. García Lozano. 1997. Proyecto de conservación y recuperación de los hábitats de planicie aluvial de los parques nacionales naturales La Macarena y Tinigua, Área de Manejo Especial de La Macarena. Informe de Misión presentado a la Embajada del Reino de los Países Bajos. Santafé de Bogotá, julio de 1997.

La captura de CO<sub>2</sub> es una tecnología (sencilla y barata si se quiere, pero lo es) y como tal, la experiencia lo ha demostrado, es más importante que los recursos naturales para producir capital. Las más grandes plantaciones de bosques papeleros del mundo están localizadas en Finlandia, Noruega, Suecia y Canadá justamente los países más septentrionales del mundo, donde se encuentran las peores condiciones para crecer bosques. Pero tienen la tecnología -en el sentido moderno, i.e., incluye la capacidad de la sociedad para generarla y manejarla. Por esa misma razón es que Silicon Valley está en California y no en el Magreb donde la arena es más abundante. Con esto se quiere decir que además de garantías financieras (que en Colombia no las hay, de acuerdo con Black, 2000) se requieren garantías sociales (no sólo la tan anhelada y escurridiza paz), es decir recursos humanos y organización social que puedan generar y manejar la tecnología MDL. La industria de la reforestación en Colombia es una de las más atrasadas, a pesar de que se tiene casi todo: suelos, mano de obra, energía solar, agua, dos costas, etc., etc. Sólo que somos colombianos, otra cosa sería si fuésemos suecos o finlandeses. Antioquia y los departamentos del viejo Caldas poseen la gran mayoría de las áreas reforestadas en Colombia, todo pagado por las empresas de servicios públicos. Tal vez deberían ser este tipo de entidades públicas las encargadas de atrapar CO<sub>2</sub> y no los campesinos mineros de Cucunubá o de Lenguazaque, pero qué pasa si estas entidades se privatizan como parece ser la tendencia?

### 3 Recomendaciones de política para el subsector carbón

De acuerdo con el diagnóstico presentado en los subcapítulos anteriores, las siguientes son las problemáticas fundamentales de la gestión ambiental en el subsector carbón:

- Conocimiento limitado de las consecuencias ambientales directas de los emprendimientos mineros, particularmente de la pequeña y mediana minería en las diferentes regiones carboníferas. Se han identificado los principales efectos de los procesos mineros, pero no existen datos precisos y confiables para establecer la magnitud de los efectos ambientales por tonelada de carbón producida bajo diferentes tecnologías y en las diversas regiones.
- Desconocimiento de las consecuencias indirectas y acumuladas de los emprendimientos mineros sobre los componentes ambientales fundamentales: biodiversidad, suelo y ecosistemas terrestres, aguas continentales, estuarios y costas, atmósfera, asentamientos humanos y patrimonio natural y cultural, en regiones que además son escenario de muchas otras actividades transformadoras de dichos elementos, tanto asociadas al subsector carbón (generación de energía eléctrica, consumo de carbón para procesos industriales, etc.), como independientes de éste (agricultura, ganadería, extracción de otros minerales, etc.).
- Si bien es posible que los datos y la información necesaria para construir los conocimientos citados anteriormente existan, en general no son fácilmente accesibles públicamente a aquellas personas o entidades quienes puedan hacer uso de ella: v. gr., autoridades ambientales, ciudadanía afectada, universidades e institutos de investigación, organizaciones no gubernamentales conservacionistas, etc.
- Carencia de información antecedente y de sistemas adecuados de monitoría y de indicadores ambientales que permitan evaluar el status de las regiones donde se adelantan actualmente operaciones de minería de carbón y precisar la contribución de éstas al deterioro ambiental regional.
- Como consecuencia de las deficiencias y carencias de información anotadas, no existen programas regionales de conservación de los diferentes componentes ambientales (biodiversidad, suelos, aguas superficiales y freáticas, etc.) que compensen los pasivos ambientales derivados de las operaciones del subsector y que atiendan las nuevas exigencias.

Estas problemáticas, de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia para este estudio, se reflejan en dificultades -estructurales y coyunturales- para incrementar la tasa de inversión privada en el subsector, para generar empleo, aumentar el PIB y las exportaciones... en el marco de una legislación ambiental relativamente exigente y poco práctica. Hay conflicto (competencia de intereses concurrentes) entre el sector desarrollo (respaldado y acogotado por una política internacional neoliberal) y el sector ambiental (que también cuenta con sus respaldos internacionales, a veces incluso de las mismas entidades que respaldan el sector desarrollo). Así que el objetivo de las políticas que se formulen es tratar de compatibilizar los dos sectores (de reducir el conflicto), es decir que se logren los objetivos de cada sector. La solución no es subyugar los objetivos de ninguno de los dos sectores, ambos son válidos. Es un círculo vicioso que sólo se rompe con la acumulación sistemática de información sobre el medio, sobre las operaciones mineras y sobre la gestión pública y privada que por necesidad debe ser experimental (casos piloto bien documentados) y esto toma mucho tiempo que se puede acortar algo si se adaptan y adoptan experiencias externas (de otros sectores en Colombia o del mismo sector en otros países). Esa actitud de compromiso -entre estado, ciudadanía e inversionistas- de avanzar paso a paso, es la esencia una política dinámica,

aplicada por alcuotas transitorias que se va perfilando y perfeccionando con base en los logros y en los fracasos<sup>68</sup>. Como respuesta a esta situación se recomienda al subsector carbón la implementación de las siguientes políticas:

### 3.1. Evaluación ambiental estratégica del subsector carbón

En varios apartes de este informe se enfatizó la necesidad y conveniencia de adelantar la *evaluación ambiental estratégica* del subsector carbón que incluya, de acuerdo con los procedimientos modernos<sup>69</sup>, tanto la *evaluación ambiental subsectorial*, como las *evaluaciones ambientales regionales* en las zonas de actividad minera. Las actividades del subsector que deben incluirse en esta evaluación son la exploración, la minería propiamente, el transporte de larga distancia y el embarque. No se considera conveniente que el uso industrial o energético del carbón hagan parte de la evaluación ambiental estratégica a menos que éste ocurra dentro de la región carbonífera. El uso de carbón para producción de energía y para otros procesos industriales en regiones diferentes a las de la operación minera debe hacer parte del subsector energético o del respectivo subsector industrial.

Estas evaluaciones deben incluir las investigaciones documentales y de campo para recuperación de información antecedente (cambios regionales de los varios componentes ambientales fundamentales, conjuntamente con los cambios en producción de carbón) que permitan establecer al menos los órdenes de magnitud de la contribución del subsector carbón al deterioro ambiental regional.

La evaluación ambiental estratégica del subsector carbón debe realizarse en paralelo con otras acciones de política recomendadas aquí y atendiendo las recomendaciones del manejo ambiental adaptativo (Holling, 1978), debe ser un proceso si no es posible continuo, por lo menos tener una periodicidad tal que permita establecer un balance de logros y fracasos para redireccionar las políticas, planes y programas en la dirección apropiada.

### 3.2. Transparencia

"Public disclosure—the regular collection and dissemination of information about firms' environmental performance—has been characterized as the "third wave" in environmental regulation, after command-and-control and market-based approaches (Tietenberg 1998). Its growing popularity is partly due to evidence that pioneering programs like the United States' Toxic Release Inventory (TRI) have had a significant impact on pollution abatement. Just as important, public disclosure imposes a minimal burden on regulators. It does not necessarily require an effective enforcement capability or even a well-defined set of environmental regulations. The costs of the administrative activities it does require—data collection and dissemination—appear to be falling due to new information technologies. As a result, public disclosure holds particular promise for developing countries where environmental regulatory institutions are chronically short of funding, expertise and political support. It is also attractive as a complement to conventional regulatory instruments in industrialized countries, especially for types of pollution (like toxics) that have yet to be strictly controlled."<sup>70</sup>

Esta nueva *tercera onda* de la praxis de regulación ambiental complementa adecuadamente la imperante de autoregulación y control, advocada por la *Política Nacional de Producción más Limpia* y permite un balance en la gestión, recomendable no sólo para el subsector carbón sino para otros subsectores energéticos e industriales. Tal como lo afirma el citado artículo de Afsah et al., 2000, su implementación no requiere capacidad de control por parte de las autoridades ambientales ni siquiera un conjunto bien definido de regulaciones ambientales; los costos de recolección de información ambiental relevante

<sup>68</sup> Este es básicamente el concepto de manejo adaptativo que establece que cuando las incertidumbres acerca de las características de un sistema son grandes -cual es el caso de la problemática y de la gestión ambiental del subsector minero- puede haber considerables ventajas si el manejo de las perturbaciones se diseña de tal manera que se obtenga información y otros beneficios (Peterman, 1978). Estos conceptos han sido expandidos por Holling (1978) en su aplicación al manejo ambiental: "environmental systems are not static entities, and they cannot be understood by simply finding out what is where over a short survey period, attempts to eliminate uncertainty are delusory and often counterproductive. The appropriate concept for both assessment and policy design is a recognition of the inevitability of uncertainties and the consequent selective risk-taking. In order to live successfully with uncertainty, our environmental management institutions must maintain their responsiveness to change". [NO TENGO ESTAS REFERENCIAS, FUERON CITADAS POR E SÁNCHEZ TRIANA EN EL PAPER DE YACYRETA EN 1997 PARA EL CONGRESO DE LA IAIA EN NEW ORLEANS, DEL CUAL NUNCA RECIBÍ NI LA COPIA DEL DOCUMENTO FINAL NI LA SÍNTESIS]

<sup>69</sup> Véase por ejemplo: EIA Centre/The University of Manchester. 1995-1998. EIA Leaflets, en particular números 13, 15, 18 y 19. <http://www.art.man.ac.uk/eia/leaflets.htm>

<sup>70</sup> Afsah, Shakeb, Allen Blackman & Damayanti Ratunanda. 2000. How Do Public Disclosure Pollution Control Programs Work? Evidence from Indonesia. Discussion Paper 00-44. Resources for the Future. Washington. [http://www.rff.org/CFDOCS/disc\\_papers/PDF\\_files/0044.pdf](http://www.rff.org/CFDOCS/disc_papers/PDF_files/0044.pdf)

son sufragados -de acuerdo con la legislación vigente sobre monitorías ambientales- por el operador minero; los costos de la diseminación pública son hoy en día mínimos dada la gran acogida y amplia accesibilidad de la tecnología de información.

Por otra parte, es lógico que la participación ciudadana exigida por la legislación ambiental actual sólo puede darse en términos efectivos si el público cuenta con información adecuada, oportuna y veraz sobre el medio ambiente y sobre las acciones públicas o privadas susceptibles de alterarlo. La divulgación amplia de información ambiental es posiblemente el mecanismo más adecuado para hacer efectiva la educación y sensibilización ambiental preconizadas por la legislación ambiental.

Por las razones anteriores se recomienda que las autoridades ambientales y las autoridades del subsector adopten una política amplia de transparencia en el manejo de la información ambiental con el acopio, adecuación, análisis, divulgación amplia y socialización permanente de la información básica, poniéndola a disposición de los diferentes actores interesados (institutos y entidades públicas, organizaciones no gubernamentales, entidades de educación media y superior tanto públicas como privadas, organizaciones de base, gremios, prensa, asociaciones de usuarios de recursos, etc.) en las regiones donde el subsector adelanta sus actividades. Esta estrategia implica el diseño de sistemas de información (SIG, bases de datos de recursos y usuarios, bancos de proyectos de restauración y educación ambientales, mecanismos de divulgación, etc.) que faciliten a todos los interesados la toma razonada de decisiones y provean en forma oportuna datos exactos sobre el estado del ambiente en las regiones y sobre los logros y avances de la gestión ambiental, tanto de las empresas del subsector, como de los entes de regulación y control. La transparencia en el ciclo de desarrollo de los proyectos se da a través de mecanismos que permitan el acceso a la información en cualquiera de sus etapas, por parte de todos los actores involucrados en el proceso, mediante la amplia utilización de medios de comunicación (impresos, audiovisuales, electrónicos). La política de transparencia se debe desarrollar a través de sistemas multi-media (audio, video, materiales impresos y en medio magnético, etc.) y debe proporcionar el acceso a la información generada por la gestión ambiental tanto de los operadores mineros como de las autoridades ambientales y subsectoriales, por los nuevos proyectos de inversión, sobre las diferentes temáticas ambientales, problemas y soluciones, incorporadas en un marco conceptual construido con base en los acuerdos internacionales y la legislación colombiana pertinente a la protección del ambiente, en particular la de los ecosistemas estratégicos.

La implementación de la política de transparencia debe estar a cargo de las autoridades ambientales, en otra forma el riesgo de divulgar información irrelevante, sesgada, acomodaticia y apologética de una deficiente o incompleta gestión ambiental por parte del subsector, en particular de los grandes operadores mineros, es muy alto. Información con estos atributos es peor que la carencia de información.

### **3.3. Apoyo institucional, técnico y financiero a iniciativas ambientales asociadas al subsector**

El mejoramiento del conocimiento sobre la problemática ambiental del subsector y de la gestión y el flujo de información hacia la ciudadanía no surten pleno efecto a menos que dicho conocimiento e información se traduzcan en iniciativas y acciones. Muchas de éstas serán acometidas por los operadores mineros motu proprio y otras por las autoridades ambientales y subsectoriales, pero igualmente el flujo de información generará un sinnúmero de iniciativas públicas y privadas de entidades independientes del subsector (UMATAS, secretarías de desarrollo comunitario, secretarías de medioambiente, universidades y centros de investigación, organizaciones ambientalistas no gubernamentales, gremios de usuarios de recursos, etc.) que ameritarían orientación y apoyo financiero por parte de las autoridades ambientales y subsectoriales. Se recomienda el diseño de un programa de apoyo institucional, técnico y financiero por parte del Ministerio del Medio Ambiente, la UPME y DNP orientado a estimular la implementación de las iniciativas de entidades públicas o privadas que propendan por los siguientes tipos de actividades:

- producción, recopilación y análisis de información para la formulación de indicadores ambientales en áreas de influencia de las actividades del subsector
- proyectos de restauración de áreas degradadas (suelos, coberturas vegetales, aguas superficiales o freáticas, etc.) por actividades relacionadas con la minería del carbón
- proyectos de investigación aplicada a la restauración y conservación de aguas, vegetación y suelos y al desarrollo de tecnología para mejoramiento ambiental de los procesos actuales de minería del carbón en Colombia

Los recursos financieros para este programa pueden ser catalizados -por las autoridades ambientales y del subsector hacia las entidades participantes- de las fuentes nacionales tradicionales (CNR, FONAM) y de los fondos no reembolsables y otros de procedencia internacional. El programa puede ser experimental e iniciar con un par de proyectos piloto en regiones con pequeña y gran minería.

### **3.4. Fondo para el impulso a proyectos MDL de fijación de CO<sub>2</sub>**

Hacia el futuro se prevé -como fue enfatizado en otros apartes de este informe- una reducción importante de las exportacio-

nes de carbón e hidrocarburos hacia los países industrializados, como consecuencia entre otros factores de las políticas de reducción de las tasas de emisión de GEI. Como respuesta a esta situación que indudablemente repercutirá negativamente en la economía nacional, el Ministerio del Medio Ambiente contempló dentro del diseño de la estrategia MDL para Colombia la posibilidad de promocionar los combustibles fósiles colombianos conjuntamente con CREs que supuestamente estimularían el comercio internacional, son los así llamados *combustibles verdes*. Esto sería razonable si el estado fuera el operador minero y el exportador, pero no parece ni lógico ni justo, especialmente en el actual clima político, que el estado incurra en grandes esfuerzos para hacer más competitiva la producción de firmas privadas, en su mayoría con capitales extranjeros, provenientes de los mismos países que deberán hacer las reducciones de emisión de GEI. Es el interés de dichas firmas (los grandes operadores mineros) invertir y hacer esfuerzos para mejorar la competitividad de sus productos, tal como lo han comenzado a hacer motu proprio -aunque en forma limitada y un tanto aislada- otros sectores exportadores, v. gr.: flores, banano, café, etc., ante el advenimiento de restricciones ambientales e impuestos por los compradores.

Dadas estas circunstancias, se recomienda a las autoridades ambientales y subsectoriales impulsar o liderar la constitución de un fondo financiero con la participación -incluso voluntaria- de los grandes operadores mineros, destinado al desarrollo de una estrategia MDL que permita superar o al menos amortiguar las dificultades subrayadas en el documento de Black (2000) para atraer inversionistas MDL a Colombia. Los proyectos MDL que interesarían a los operadores mineros actuales serían de captura de CO<sub>2</sub> estrictamente, pues son los únicos que tienen posibilidad en el marco de las discusiones actuales del PK y posiblemente los más eficientes en términos de rentabilidad financiera. Los recursos para la implementación de los proyectos mismos provendría de las fuentes tradicionales del PK identificadas. Las ventajas fundamentales de este enfoque son de una parte la ampliación del compromiso ambiental por parte de los grandes operadores mineros y por otra la obtención de experiencias relevantes para la formulación de otros proyectos MDL, tanto asociados a otras actividades industriales en Colombia como vinculados más directamente a la gestión del desarrollo sostenible.