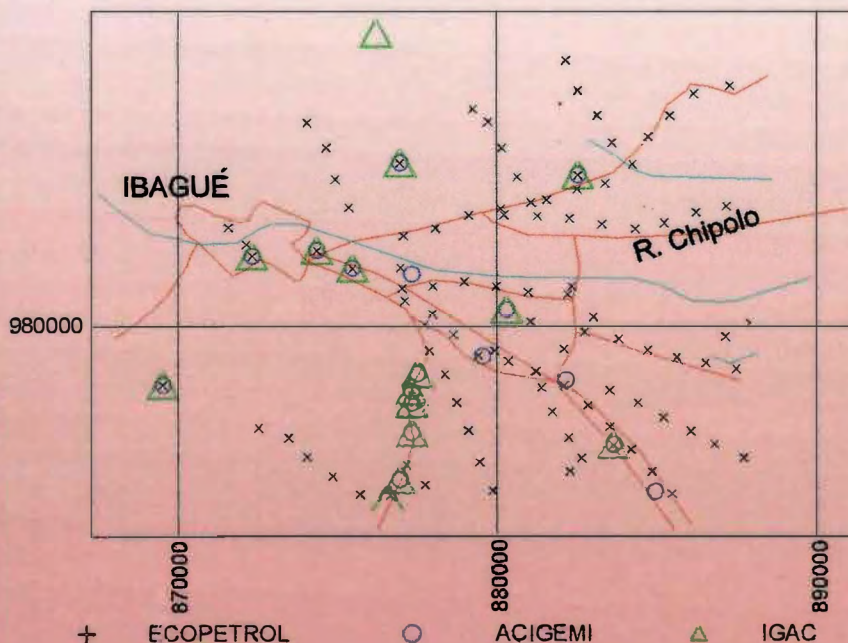


BOLETÍN GEOLOGICO

ISSN-O120-1425

Vol. 40 (2-3): 1-122, 2003 Bogotá, D.C.



**UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR
INFORMACIÓN GRAVIMÉTRICA
TERRESTRE DISPONIBLE**

**Wilson Quintero
Carlos Alberto Rey**

**CONCEPTOS BÁSICOS DE GESTIÓN
AMBIENTAL EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

Silverio Ruiz

**INFORMACIÓN SOBRE EL VOLCÁN CERRO
MACHÍN EN RELACIÓN CON EL PROYECTO
TÚNEL DE LA LÍNEA**

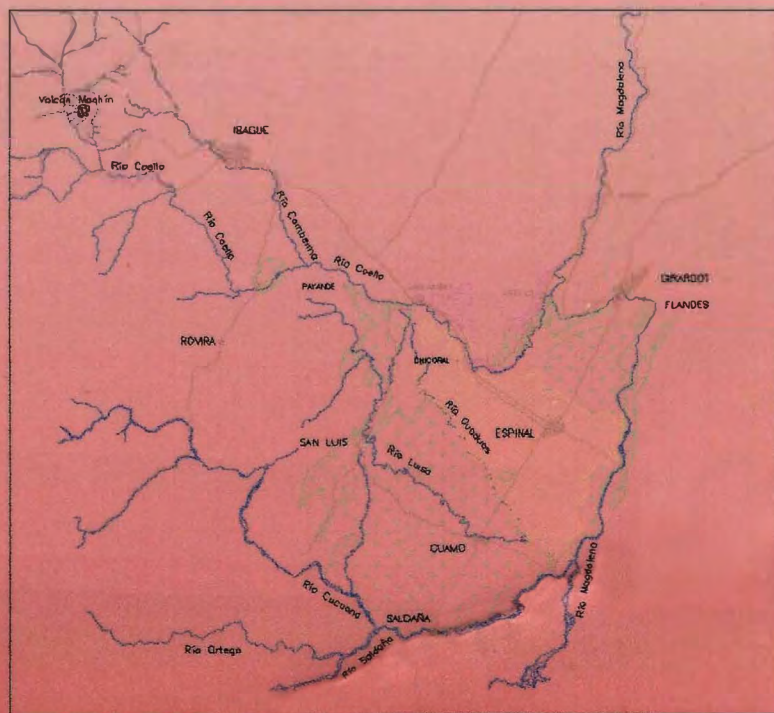
INGEOMINAS

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



Libertad y Orden

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR "INGEOMINAS"



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO- AMBIENTAL Y NUCLEAR**

INGEOMINAS

BOLETÍN GEOLÓGICO

No. 40 (2-3)

CONTENIDO GENERAL

INGEOMINAS	INFORMACIÓN SOBRE EL VOLCÁN CERRO MACHÍN EN RELACIÓN CON EL PROYECTO TÚNEL LA LÍNEA 7-31
Wilson Quintero Carlos Alberto Rey	UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR INFORMACIÓN GRAVIMÉTRICA TERRETRRE DISPONIBLE 41-55
Silverio Ruiz	CONCEPTOS BÁSICOS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA 61-122

Bogotá, 2002

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO AMBIENTAL Y NUCLEAR
INGEOMINAS**

Boletín Geológico No. 40(2-3)

Diagonal 53 No 34-53, A.A. No 48-65
Bogotá, D.C., Colombia
www.ingeominas.gov.co

Dirección General

Adolfo Alarcón Guzmán

Subdirección de Información Geocientífica

Julián Escallón Silva

**Proyecto Almacenamiento, Suministro y
Divulgación de la Información Geocientífica**

José Nelson Patiño Pérez

Coordinación Producción Editorial

Gladys María Pulido Reyes

Revisión Editorial

Margaret Mercado

Diseño y Diagramación

Jacqueline Santofimio

Impresión

INGEOMINAS

Esta publicación es de INGEOMINAS cofinanciada
POR EL FONDO NACIONAL DE REGALÍAS

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio,
sin autorización escrita de INGEOMINAS

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO- AMBIENTAL Y NUCLEAR**

INGEOMINAS

**INFORMACIÓN SOBRE EL VOLCÁN CERRO
MACHÍN EN RELACIÓN CON EL PROYECTO
TÚNEL DE LA LÍNEA**

INGEOMINAS

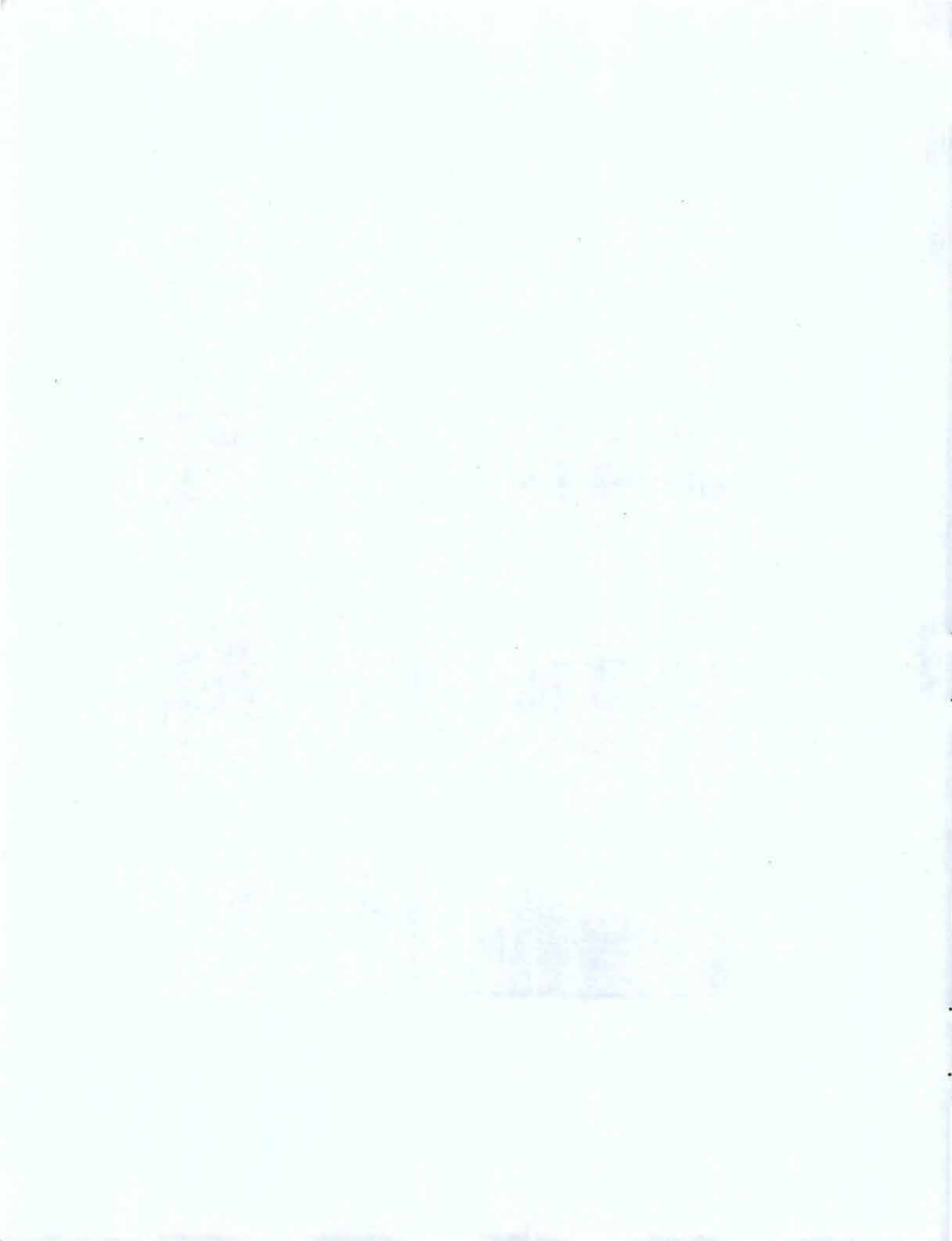
Bogotá, diciembre de 2001

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
Objeto	7
Localización y vías de acceso	7
2. HISTORIA GEOLÓGICA	9
Clasificación	9
Actividad volcánica del Cerro Machín	9
Tipos de erupción y distribución de productos	9
3. ESCENARIOS - EFECTOS SOBRE EL CORREDOR VIAL IBAGUÉ - ARMENIA	17
Por caídas de piroclastos	17
Por flujos piroclásticos	18
Por lahares	19
Visión integral	20
4. HISTORIA INSTRUMENTAL.....	23
5. PRONÓSTICO	27
6. ALERTAS	27
7. CONSIDERACIONES	29
8. BIBLIOGRAFÍA	31

FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización	7
Figura 2. Mapa de isópacas	10
Figura 3. Mapa de isópacas	11
Figura 4. Mapa de flujo piroclástico	12
Figura 5. Mapa de flujo piroclástico	13
Figura 6. Mapa de lahares	15
Figura 7. Diagramas de actividad sísmológica	24



1. INTRODUCCIÓN

OBJETO

Presentar información sobre el volcán Cerro Machín y su relación con el área del proyecto denominado Túnel de La Línea. Esta información debe ser analizada desde el punto de vista de las restricciones que puede ofrecer la actividad del Machín para las diferentes fases del proyecto en mención.

LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

El volcán Cerro Machín está localizado en el flanco oriental de la Cordille-

ra Central de Colombia, en el Departamento del Tolima, Municipio de Ibagué, 7 km al nororiente de la cabecera municipal de Cajamarca, 17 km al noroccidente de la ciudad de Ibagué, 35 km al suroriente de la ciudad de Armenia (Figura 1) y 150 km al suroccidente de Bogotá. Desde Ibagué (El Boquerón), Cajamarca y Salento se puede acceder a un carretable que cruza el cono volcánico. La forma del volcán Cerro Machín se confunde con la topografía de la región y fácilmente pasa desapercibido para quienes no lo conocen.

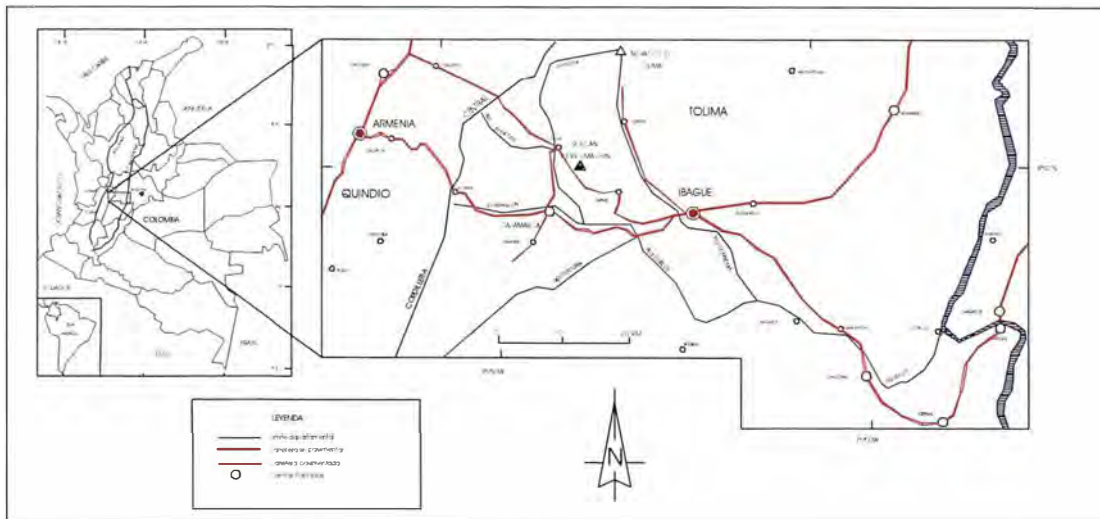


Figura 1. Mapa de localización del volcán Cerro Machín, Colombia, S. A.

2. HISTORIA GEOLOGICA

CLASIFICACIÓN

Los estudios más recientes han permitido clasificar al Cerro Machín como un volcán explosivo con varios cráteres superpuestos, aunados a una serie de domos que rellenan la estructura existente. El cráter no es una forma simple, sino una cadena de semicírculos o arcos de circunferencia con un centro principal, lugar que ocupan los domos actuales.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL CERRO MACHÍN

Existe una leyenda indígena que puede interpretarse como el relato de una erupción, pero no existe registro que indique erupciones del Machín en tiempos históricos (últimos 500 años). Mediciones hechas en madera carbonizada por erupciones del volcán demuestran que éstas han ocurrido, como mínimo, en siete (7) oportunidades en los últimos 10.000 años. El volcán Machín presenta fumarolas (orificios por donde salen gases), fuentes termales y actividad sísmica menor.

Esta información permite considerar al Machín como un volcán activo, es decir, que presenta potencialidad para producir erupciones en el futuro.

TIPOS DE ERUPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

El estudio de los registros geológicos dejados por el volcán Cerro Machín en los últimos 10.000 años permite identificar la ocurrencia de erupciones explosivas muy violentas. En general, han sido explosiones que han producido columnas de erupción de hasta 40 km de altura sobre el cráter. En otras oportunidades han salido domos a la superficie.

Los productos piroclásticos contenidos por las columnas de erupción fueron transportados por los vientos predominantes en el momento de la erupción y, en ocasiones, estas columnas colapsaron por acción de la gravedad y produjeron flujos piroclásticos (Figuras 2, 3 y 4).

Los domos en estado incandescente, en algunas ocasiones, colapsaron por gravedad produciendo flujos piroclásticos (Figura 5). En otras ocasiones se enfriaron dentro del cráter y se constituyeron en tapones que aumentaban los requerimientos de presión para la producción de nuevas erupciones, y hacían que estas fueran más violentas. Actualmente, tres domos hacen de tapón que obstruye el cráter volcánico.

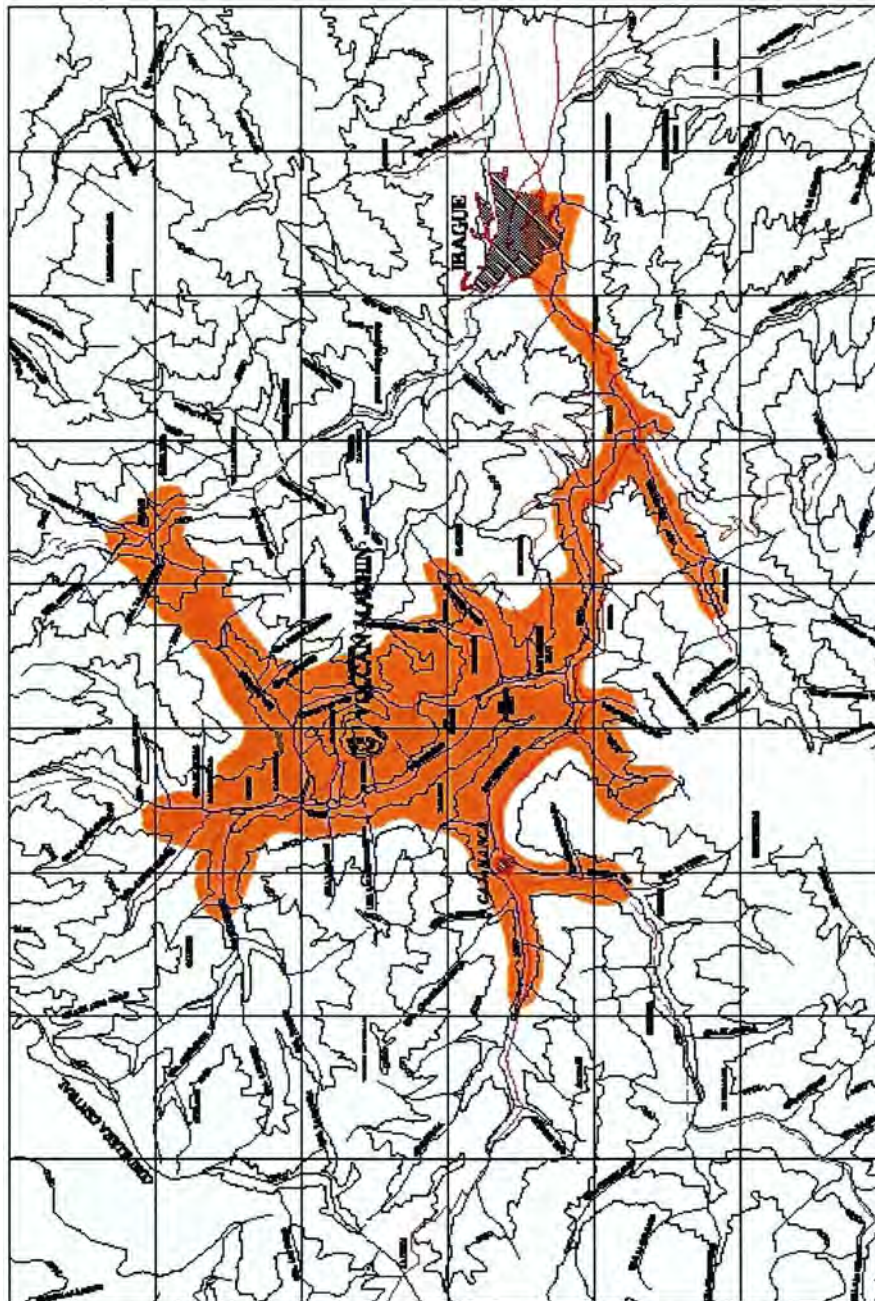


Figura 4. Mapa de distribución del depósito de flujo piroclástico El Boquerón, producido por erupción del volcán Cerro Machín, ocurrida hace más de 5.000 años. Nótese su presencia en Ibagué, al superar la barrera de El Boquerón, y en el río Combeima, al superar la barrera topográfica ofrecida por las cabeceras de la quebrada San Juan.

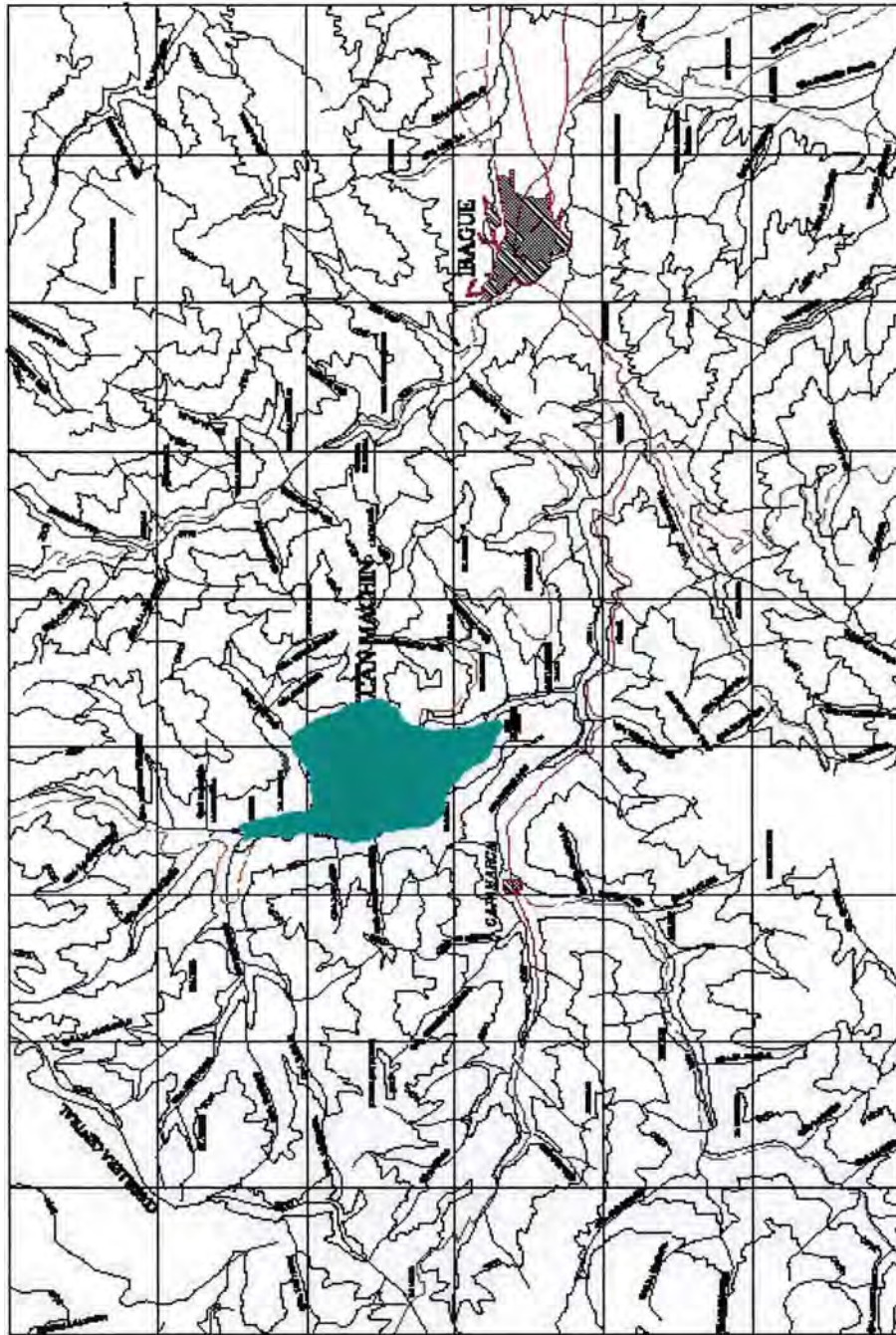


Figura 5. . Mapa de distribución del depósito de flujo piroclástico El Guayo, producido por erupción del volcán Cerro Machín, ocurrida hace 2.500 años. Nótese su dispersión restringida al río Toche, sin que alcanzara la confluencia con el río Bermellón, ni superado barreras topográficas importantes como fue el caso del flujo de El Boquerón.

Las erupciones del volcán Cerro Machín produjeron o indujeron la formación de lahares (Figura 6). Estos lahares se formaron porque durante el transporte de los materiales, éstos se mezclaron con agua existente en el cráter (lagos cratéricos), en la superficie del cono volcánico (humedales) y en las corrientes fluviales. También, se indujo su formación por presas naturales construidas por el depósito de los materiales, presas que luego cedieron para generar los lahares. Al tiempo, las erupciones explosivas favorecen la ocurrencia de lluvias que, al caer a la superficie, encuentran materiales sueltos, situados en laderas, que facilitan su erosión y mezcla para formar lahares. Los lahares formados en el flanco occidental de la Cordillera Central aún no han sido identificados.

La distribución geográfica de los productos volcánicos originados por el volcán Cerro Machín puede observarse en las figuras 2 - 6. Los piroclastos o fragmentos de roca fueron transportados de varias maneras a diferentes distancias y sitios. Por ejemplo, los piroclastos más grandes toma-

ron trayectorias de proyectiles balísticos y cayeron a distancias de hasta 10 kilómetros horizontales desde el cráter. Los fragmentos de roca más pequeños fueron transportados por el viento, desde la columna de erupción; cayeron y se depositaron a distancias de decenas e incluso centenares de kilómetros. Las acumulaciones de estos materiales alcanzaron espesores cercanos a 2 m, a distancias de 10 km del Machín.

Los flujos de piroclastos o flujos piroclásticos avanzaron velozmente siguiendo principalmente los cauces de los ríos Coello, Cocora, Bermellón y Anaime; en ocasiones, estos flujos superaron barreras topográficas tales como la Cuchilla de San Lorenzo (Figura 2) y El Boquerón, y rellenaron totalmente los valles en un área de 15 km de diámetro alrededor del cráter, hacia la cuenca del río Coello. La mayor parte de estas acumulaciones de piroclastos fueron transportadas posteriormente por el agua de las lluvias, y de ríos y quebradas de la cuenca del Coello, y formaron lahares que llegaron al río Magdalena.

3. ESCENARIOS - EFECTOS SOBRE EL CORREDOR VIAL IBAGUÉ - ARMENIA

POR CAÍDAS DE PIROCLASTOS

Durante algunas de las erupciones explosivas del volcán Cerro Machín, los vientos transportaron los fragmentos de la columna de erupción, en términos generales, hacia el occidente, como puede verse al seguir el eje de los mapas de isópacas de las erupciones denominadas P+1 y P+2 (figuras 2 y 3) y hacia el suroccidente en otras erupciones. Estos mapas contienen isolíneas de igual espesor de acumulación de piroclastos. Los fragmentos más gruesos cayeron más cerca del cráter volcánico, mientras los más finos fueron llevados a grandes distancias. Sobre el área del trazo actual de la carretera Ibagué - Armenia fueron acumulados piroclastos de caída entre la quebrada Cajones y Armenia. Los espesores medidos variaron entre 1 cm en el sector de la quebrada Cajones (cota 1.600 m) y 115 cm en cercanías del Portal Bermellón. Estos espesores son mínimos porque el mapa de isópacas fue construido teniendo en cuenta solamente la explosión mayor o paroxismal y al tiempo con ésta ocurrieron otras explosiones de magnitudes menores, cuyo espesor total pudo superar al de la principal o paroxismal; además, los depósitos pudieron ser erosionados parcialmente.

Los fragmentos piroclásticos mayores no se integran a la columna de erupción propia-

mente dicha, sino que son proyectados balísticamente. Fragmentos hasta de 10 cm de diámetro mayor fueron proyectados balísticamente hasta 10 km de distancia desde el cráter del volcán Cerro Machín, y cayeron inmediatamente al oriente del Portal Bermellón.

La densidad de los fragmentos piroclásticos varía entre 0,5 y 2,5 g/cm³, pero el valor dominante es 1. Los valores menores corresponden a vidrio muy poroso (pómez) y los mayores a fragmentos de domos y rocas del basamento.

De producirse emisión, caída y acumulación de piroclastos similares a los producidos, estos podrían causar los efectos siguientes sobre la zona del actual trazo de la vía Ibagué - Armenia:

- Acumulación de piroclastos de caída, de decímetros hasta más de un metro. Estos piroclastos caerán calientes y sus depósitos no serán consolidados, sino que quedarán sueltos y muy expuestos a la erosión, especialmente si caen sobre laderas desprotegidas y en cauces de corrientes fluviales.
- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por presencia de partículas finas suspendidas en el aire, entre la Inspección de Policía de Coello y Armenia.

- Obstrucción de drenajes artificiales y naturales.
- Daños por sobre carga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica.
- Daños por corrosión a elementos metálicos.
- Daños por impacto de proyectiles balísticos.
- Incendios.
- Lluvias por efecto de partículas que hacen de núcleo para formar gotas en la atmósfera.
- Contaminación de aguas.
- Daños a la vegetación y desprotección del suelo.

POR FLUJOS PIROCLÁSTICOS

La mayoría de los flujos piroclásticos producidos por erupciones del volcán Cerro Machín se originaron por el colapso de columnas de erupción. Al colapsar la columna, los piroclastos calientes engloban aire durante su caída y avanzan a grandes velocidades sobre la superficie en busca de las depresiones ofrecidas por los valles de los ríos y quebradas los cuales ocupan. La dirección dominante de flujo ha sido por la cuenca del río Coello (Figura 4), debido a la presencia del Cerro Frunces que ha hecho de barrera topográfica que impide el paso hacia la cuenca del río Combeima, la cual sólo ha sido alcanzada avanzando aguas arriba por la quebrada San Juan.

Hacia la cuenca del río Coello, estos flujos piroclásticos pudieron haber viajado a velocidades del orden de 150 km / h, a temperaturas mayores a 300 °C; se alejaron del cráter a distancias hasta de 15 km y acumularon espesores hasta de 100 m. A su paso causaron arrasamiento total de todo lo que encontraron, sobrepasaron barreras topográficas de hasta 400 m de altura y rellenaron principalmente las cuencas de los ríos Toche (Coello), Bermellón y Anaime. También, por lo menos uno de ellos sobrepasó la barrera de El Boquerón e ingresó al área de la actual zona urbana de la ciudad de Ibagué.

El otro tipo de flujo piroclástico generado en la historia geológica del Machín se debió al colapso de domos, ocurrido en menos oportunidades y con magnitudes mucho menores que las de colapso de columna de erupción. El colapso de los domos ha sido hacia el río Toche y han avanzado a velocidades menores que los anteriores, por distancias que han impedido que lleguen siquiera a la confluencia de los ríos Toche - Bermellón (Figura 5), a temperaturas cercanas a los 300 °C y rellenan el valle del río hasta 50 m de altura.

La formación, viaje y acumulación de flujos piroclásticos del volcán Cerro Machín similares a los registrados podría causar los efectos siguientes sobre la zona del actual trazo de la vía Ibagué - Armenia, en el sector comprendido entre Ibagué y unos 5 km al oriente del Portal Bermellón:

- Arrasamiento total. Para identificar el área expuesta a este efecto debe ser tenido en cuenta que el flujo piroclástico durante su avance puede tener una altura hasta 10 veces mayor que el espesor del depósito acumulado.

- Incendios.
- Enterramiento y relleno de depresiones.
- Socavación lateral y de fondo en cauces.

- Obstrucción total de drenajes y formación de presas en los cauces de todos los ríos y quebradas.
- Acumulación de piroclastos con espesores de hasta 100 m. Estos piroclastos caerán calientes y sus depósitos no serán consolidados, sino que quedarán sueltos y muy expuestos a la erosión, especialmente si caen sobre laderas desprotegidas y en cauces de corrientes fluviales.

- Producción de explosiones freáticas dentro de los depósitos calientes.

- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por presencia de partículas finas suspendidas en el aire.

POR LAHARES

Los lahares asociados a las erupciones del Machín se produjeron por dos mecanismos principales. Primero, por transición desde flujos piroclásticos que van enfriando y enriqueciéndose en agua a medida que avanzan por los valles de los ríos y quebradas. Segundo, por ruptura de presas dejadas por flujos piroclásticos y por depósitos de caída.

En ambos casos ocurre mezcla de agua con los fragmentos volcánicos producidos en la erupción y con otros fragmentos, volcánicos o no, que son tomados en el camino

del lahar gracias al efecto erosivo que socava los lados y el fondo de los cauces. El agua disponible para la mezcla es ofrecida principalmente por ríos y quebradas, así como por las lluvias.

Los mayores volúmenes de lahares transitaban a velocidades de varias decenas de km / h por la cuenca del río Coello y se depositaron en el valle del río Magdalena. El resto de lahares viajaron por la cuenca del Combeima y por la cuenca del Cauca (originados por lluvias que arrastraron cenizas de caída depositadas en el flanco occidental de la Cordillera Central).

Los depósitos dejados por lahares conformaron los denominados abanicos de Espinal y Guamo, y cubren un área un poco mayor de 1.000 km² con espesores comprendidos entre 1 - 2 m en las partes planas y abiertas de los valles y 50 m en los cauces y lugares encañonados. Estos lahares cubrieron el paisaje y rellenaron valles de la cuenca del Coello, la rebozaron e invadieron otras cuencas como las de los ríos Luisa, Guaduas, Cucuana y Saldaña (Figura 6). También, avanzaron por el río Magdalena hasta las cercanías de Nariño (Cundinamarca); lo represaron y desviaron su curso hacia el oriente.

Durante cada erupción se formaron numerosos lahares y su ocurrencia pudo durar hasta varios años, si se toma como referencia lo ocurrido con volcanes similares a finales del Siglo XX (Chichonal en México y Pinatubo en Filipinas), los cuales produjeron depósitos del orden de kilómetros cúbicos de volumen.

La formación, viaje y acumulación de lahares del volcán Cerro Machín similares

a los registrados podría causar los efectos siguientes sobre la zona del actual trazo de la vía Ibagué - Armenia:

- Arrasamiento.
- Socavación lateral y de fondo de cauces y estructuras localizadas dentro y cerca de éste.
- Enterramiento.
- Represas e inundaciones.

VISIÓN INTEGRAL

El escenario para una erupción futura del volcán Cerro Machín está dado por el conocimiento que se tiene de su historia y evolución geológica y geomorfológica, la morfología actual del edificio volcánico y de su área de influencia, así como el estado actual de su actividad. La historia y evolución geológica y geomorfológica (procesos morfogenéticos) fueron descritas en los apartes precedentes. Los registros sismográficos, la composición química de aguas termales y gases volcánicos y la deformación del edificio volcánico indican que, en la actualidad, se tiene un volcán con síntomas de actividad en estado de reposo (actividad mínima), es decir, sin señales que indiquen una crisis volcánica cercana. El edificio volcánico del Cerro Machín es muy pequeño, en altura y volumen, se encuentra parcialmente destruido y su cráter está obstruido por tres (3) domos.

Teniendo en cuenta los factores conocidos para la elaboración de un escenario eruptivo potencial del volcán Cerro Machín, se podría plantear una erupción muy violenta,

como las ocurridas en el pasado del volcán. El factor de incremento de la violencia de la erupción estaría dado por el taponamiento del conducto volcánico por domos que dificultarán la salida del material volcánico a la superficie y por el alto contenido de gases en materiales volcánicos muy viscosos.

El material volcánico, para poder salir a superficie y producir una erupción, debe vencer la presión que ejercen las rocas que están en su camino. Cuando un cuello volcánico está libre de obstrucciones hasta la superficie o dichas obstrucciones son menores, se habla de un volcán con cráter abierto y por allí pueden ser emitidos los materiales volcánicos con menor dificultad que cuando ese conducto está obstruido. En el caso del Machín, el cráter está taponado y para que se produzca la erupción el tapón debe ser eliminado.

Los materiales volcánicos al interior del Cerro Machín son muy viscosos y muy ricos en gases. La presión de los gases son los que vencen la presión de las rocas en su camino a superficie. La presencia de los domos como tapón del conducto volcánico obligan al ejercicio de grandes presiones de los gases sobre ellos para destruirlos. La rotura de los domos para la erupción es denominada voladura de tapón. La voladura del tapón hace confrontar súbitamente las grandes presiones de los gases volcánicos con la presión atmosférica. Como la diferencia es tan grande, se favorece la rápida expansión de los gases y la ocurrencia de una erupción muy violenta.

Una erupción bajo estas condiciones podría causar los siguientes efectos principales en el área de influencia inmediata de la carretera Ibagué - Armenia:

➤ **Sector Ibagué - Cajamarca**

- Vía cubierta entre la quebrada Cajones y Cajamarca por depósitos de caída de cenizas con espesores cercanos a 1 m.
- Vía cubierta por depósitos de flujos piroclásticos de decenas de metros de espesor.
- Oscurecimiento por presencia de partículas piroclásticas finas en el aire. Estas partículas provienen de piroclastos de caída y de flujos piroclásticos.
- Vegetación y estructuras arrasadas al paso de flujos piroclásticos.
- Socavación basal y lateral de cauces por lahares y flujos piroclásticos.
- Socavación de estructuras de puentes localizadas en o cerca de cauces al paso de lahares.
- Fenómenos de remoción en masa originados por acumulación de piroclastos sueltos en laderas.
- Incendios.
- Obstrucción total de drenajes y formación de presas en puentes con luces bajas.

➤ **Sector Cajamarca - Armenia**

- Vía cubierta por acumulaciones de piroclastos de caída con espesores ligeramente superiores a 1 m, entre

Cajamarca y el Portal Bermellón. Hacia Armenia los espesores disminuirían hasta algo más de 30 cm.

- Vía cubierta por depósitos de flujos piroclásticos de decenas de metros de espesor hasta unos 5 km al oriente del Portal Bermellón.
- Oscurecimiento por presencia de partículas piroclásticas finas en el aire. Estas partículas provienen de piroclastos de caída y de flujos piroclásticos.
- Vegetación y estructuras arrasadas al paso de flujos piroclásticos hasta unos 5 km al oriente del Portal Bermellón.
- Socavación basal y lateral de cauces por lahares y flujos piroclásticos.
- Socavación al paso de lahares en estructuras de puentes localizadas en o cerca de cauces.
- Fenómenos de remoción en masa originados por acumulación de piroclastos sueltos en laderas.
- Incendios.
- Represas en puentes con luces bajas.

Teniendo en cuenta las experiencias en los volcanes Chichonal y Pinatubo, la acción de los fenómenos volcánicos puede durar años, lo cual tendría como consecuencia el aislamiento total o parcial de la región hasta por años.

Es de aclarar que los problemas comenzarán cuando el volcán empiece a presentar

síntomas de terminación de su estado de reposo, es decir, que podría reactivarse y causar erupciones. A pesar de contar con planes de contingencia, va a presentarse incertidumbres sobre cierre de la vía, sobre evacuación de poblaciones, sobre pronósticos de erupciones, entre otras.

Con el conocimiento que se tiene actualmente del volcán Cerro Machín es muy difícil predecir cuándo ocurrirá y cómo será la próxima erupción. No se tiene conocimiento sobre el sistema volcánico interno y en los 10.000 años de actividad han ocurrido como mínimo siete (7) erupciones

mayores de las cuales se encontraron registros geológicos.

Una herramienta utilizada para saber las fechas en las cuales ocurrieron tales erupciones son las dataciones radiométricas por el método ^{14}C . Para este fin fueron datadas 30 muestras de madera carbonizada o paleosuelos. Las dataciones radiométricas indican que en los últimos 10.000 años los intervalos menores entre erupciones son del orden de 400 años y los mayores de 3500 años. La última erupción ocurrió hace 850 años. Con estos datos no se puede calcular con ninguna certeza cuándo será la próxima erupción.

4. HISTORIA INSTRUMENTAL

ADQUISICIÓN Y TOMA DE DATOS

INGEOMINAS inició el monitoreo sistemático de la actividad del volcán Cerro Machín a partir de 1987 con la materialización y toma de medidas de una red para determinar las deformaciones del edificio volcánico.

Se realizó un muestreo sismológico con tres estaciones portátiles en septiembre de 1987, pero sólo hasta diciembre de 1989 fue instalada una estación sismológica permanente a 1.6 kilómetros al sur de la cima. En 1992, la estación se trasladó a la superficie de uno de los domos centrales, a pocos metros del campo fumarólico principal, sitio en el cual continúa en operación. Esta señal se transmite por telemetría (vía radio) al Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales.

En el mes de septiembre de 1992 se realizó una primera campaña de campo al volcán con el fin de conocer la composición química de los fluidos emanados de su interior.

➤ Sismología

La sismicidad volcánica del Machín se caracteriza, en general, por dos tipos de even-

tos sísmicos, uno asociado con la actividad de los fluidos en los conductos volcánicos y otro relacionado con la ruptura de roca generada por los cambios de esfuerzos y presiones debidas a la actividad pasiva de los fluidos volcánicos.

La sismicidad registrada desde el inicio del monitoreo muestra predominancia de sismos volcánico - tectónicos (VT), sobre sismos de largo período y tremor (LP), tanto en el número (Figura 7) como en la energía sísmica liberada por ellos.

Es necesario instalar, por lo menos, tres nuevos equipos sobre las faldas del volcán de tal manera que se obtengan localizaciones más precisas de los sismos volcánicos que suceden allí.

➤ Deformación

La red de deformación localizada en el volcán Cerro Machín consta de inclinómetros secos, vectores cortos de nivelación y bases para EDM. Esta red se viene ocupando regularmente, con excepción de las líneas de EDM, desde 1987 con algunas interrupciones. Las mediciones indican cambios muy pequeños que indican estabilidad del volcán.

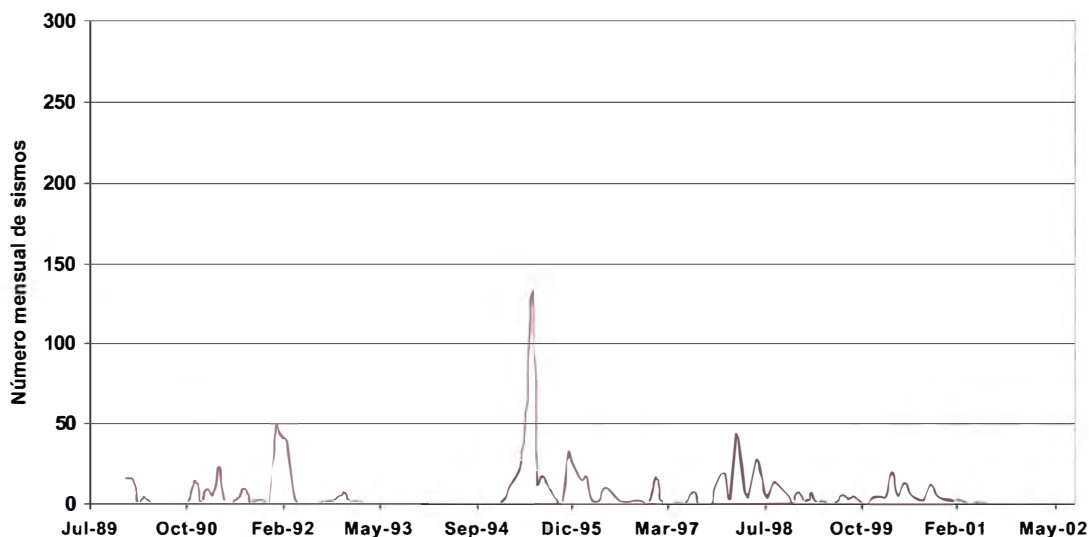
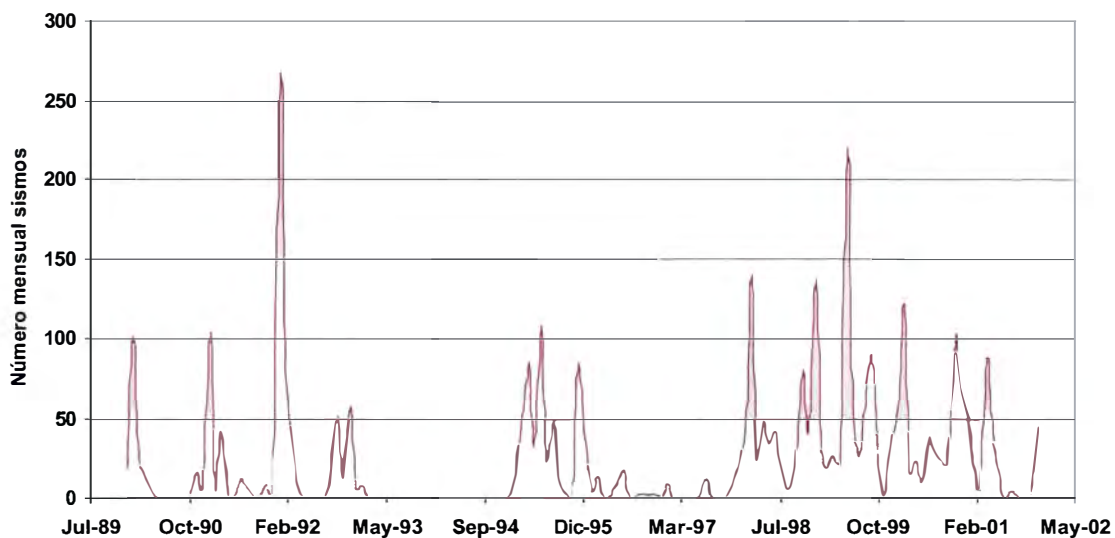


Figura 7. Ocurrencia mensual de los sismos VT (arriba) y de los sismos LP (abajo) registrados en el volcán Machín entre diciembre de 1989 y noviembre de 2001. Nótese que mientras los sismos LP, con un promedio mensual de 6 eventos, sólo han superado una vez los 60 eventos por mes (133 en mayo de 1995), los sismos VT, con un promedio mensual de 24 eventos, han alcanzado un valor máximo de 268 eventos por mes (diciembre de 1991). La aparente nula sismicidad en algunos meses significa mal funcionamiento de la estación sísmica en estos períodos.

➤ **Geoquímica**

En 1992 el INGEOMINAS realizó una primera campaña geoquímica al volcán Cerro Machín, con el fin de efectuar mediciones de los fluidos en la fumarola La Macha y a las fuentes termales Estatuas, La Estrella, La Piscina, Puente Tierra y San Juan. Los resultados obtenidos, hasta ahora, no presentan indicadores de aporte de material a la superficie desde su sistema magmático (profundo).

➤ **Conclusiones**

La actividad sísmica con predominio de sismos VT y una ocurrencia muy baja de eventos LP, los pequeños cambios en las medidas de deformación, así como la es-

tabilidad en temperatura y composición de los gases fumarólicos implica una actividad muy baja general de los sistemas magmático e hidrotermal del volcán, especialmente del primero. El estado del volcán Cerro Machín se puede catalogar como estable, sin mostrar una tendencia de reactivación.

Sin embargo, debe completarse la red sísmológica a un mínimo de 4 estaciones para poder hacer localizaciones confiables de los sismos. La red de deformación debe complementarse con estaciones cercanas y mayor cubrimiento. Debe hacerse análisis de isótopos de carbono 13, deuterio y oxígeno 18 para dilucidar la procedencia de los fluidos volcánicos que son emitidos por fumarolas y fuentes termales del Machín.

5. PRONÓSTICO

Para los tomadores de decisiones, la fecha de la próxima erupción es de gran valor, sin embargo, con el conocimiento actual del Machín no es posible predecir cómo, qué tan grande y cuándo será esa próxima erupción. Para lograrlo debería instrumentarse adecuadamente y así conocer cómo es el sistema volcánico interno, debido a que, hasta el momento, sólo se tiene conocimiento del aspecto externo, edificio y productos. De la parte interna sólo se sabe que presenta un nivel de actividad muy bajo y así lo revelan los sismos y la química de aguas y gases.

Para tener un conocimiento confiable para hacer predicciones o pronósticos debe garantizarse la instrumentación permanente, que permita la acumulación de información y conocimiento en el tiempo. Así se tendrán modelos confiables sobre el comportamiento del sistema volcánico activo. El análisis de la información brindada por la instrumentación será mejor a medida que el lapso sea mayor, si se tiene en cuenta que la edad del Machín es del orden de 10.000 años. Las investigaciones petrológicas permitirán complementar el análisis de la información instrumental para poder construir modelos de condiciones fisicoquímicas del sistema volcánico actual.

6. ALERTAS

Con el conocimiento e instrumentación actuales sobre el volcán Cerro Machín, las alertas que podrían ser suministradas estarían basadas en la interpretación de señales anómalas a su comportamiento en estado de reposo. Se espera que, como en

los volcanes Chichonal y Pinatubo, esas señales aparezcan meses antes del comienzo de las erupciones. Las señales principales esperadas serán sismos sentidos, apertura de grietas y gran incremento de la actividad fumarólica.

7. CONSIDERACIONES

Los volcanes de carácter activo como el Machín, fuera de ser generadores de recursos, son una amenaza natural para las comunidades e infraestructura ubicadas en su área de influencia. En el pasado, el Machín hizo erupción, por lo menos, en siete (7) ocasiones, y cubrió de materiales un territorio amplio en los departamentos de Tolima, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca y Cundinamarca.

A pesar que el volcán Cerro Machín se constituye en una amenaza, en el momento no existen indicios que permitan esperar en tiempo corto la ocurrencia de una crisis volcánica. Tampoco es posible hacer pronósticos sobre las erupciones futuras. Sin embargo, la cercanía del Machín a importantes centros urbanos y de infraestructura plantea la necesidad de elaborar diferentes escenarios de efectos como consecuencia de una posible erupción. Considerando el escenario de una gran erupción, como algunas sucedidas en el pasado, éste implica grandes volúmenes de material volcánico emitido. El movimiento de tales volúmenes de material en el interior del volcán se vería reflejado en aparición de claras señales premonitorias.

La vigilancia volcánica permanente sobre el Machín debe ser garantizada. La instrumentación actual ofrece una información mínima de su actividad, por tanto, se requiere fortalecer la red de vigilancia de manera que pueda ser mejor conocido el interior del sistema volcánico. El conoci-

miento actual del funcionamiento interno del volcán es limitado y sólo permite saber cuándo son superados los niveles base de actividad en estado de reposo establecidos con cierta precariedad. La superación de esos niveles no permite conocer el porqué y, por tanto, si significan desestabilización que pueda desembocar en una crisis eruptiva o simples comportamientos que no superan los indicadores reales (?) de actividad en estado de reposo.

Una erupción similar a las hasta ahora identificadas en los estudios geológicos del Machín causaría daños graves a la infraestructura vial Ibagué - Armenia, vía que la podría dejar inhabilitada por largo tiempo. Todo el tramo quedaría sepultado y obstruido por acumulaciones de cenizas con espesores hasta de decenas de metros. Los puentes actuales sufrirían graves daños o destrucción total. Además, la vía Bogotá - Buenaventura quedaría interrumpida por daños en puentes en el tramo Girardot - Ibagué causados por el paso de lahares. Sin embargo, este primer gran escenario, basado en un buen nivel básico de conocimiento del volcán Cerro Machín, merece ser actualizado en la medida que se posea un mejor conocimiento de la historia y de los componentes del sistema, es decir, cada que se resuelvan las incertidumbres que quedan pendientes. Al ser resueltas tales incertidumbres, el escenario actualizado permitirá la toma de decisiones más acertadas, lo cual deberá verse reflejado en un impacto positivo en la sociedad.

8. BIBLIOGRAFIA

- CEPEDA, H.; MURCIA, L. A.; MONSALVE, M. L.; MÉNDEZ, R. A.; NUÑEZ, A. 1995. Volcán Cerro Machín, Departamento del Tolima, Colombia: Pasado, Presente y Futuro. INGEOMINAS, informe interno inédito. 48 p. Popayán.
- CEPEDA, H.; MUÑOZ-CARMONA, F.; VELÁSQUEZ, E. 1999. El volcán Cerro Machín. La prevención de desastres y el ordenamiento territorial. INGEOMINAS, 22p. Bogotá.
- CORTÉS, G. P. 2001. Estudio Geológico de los depósitos de lahar asociados a la actividad eruptiva del volcán Cerro Machín. INGEOMINAS, Informe interno, inédito, 96 p. Manizales.
- CORTÉS J. G. P. 2001. Lahares asociados a la actividad eruptiva del volcán Cerro Machín, Colombia. 8 Congr. Col. Geol. Memorias, 12 p. Manizales.
- INGEOMINAS, 2001. Sinopsis General del Monitoreo de la Actividad del Volcán Cerro Machín (1987 - 2001). Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales, informe interno, 15 p, Manizales.
- MÉNDEZ, R.A. 2001. Informe sobre la geología y estratigrafía de flujos piroclásticos asociados al volcán Cerro Machín. INGEOMINAS, Informe interno, inédito, 36 p. Manizales.
- RUEDA, H. 2000. Depósitos de caída piroclástica asociados a la actividad del volcán Cerro Machín. Caracterización y evaluación de su amenaza potencial. Tesis grado, U. Caldas, inédita, 122 p. Manizales.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO- AMBIENTAL Y NUCLEAR**

INGEOMINAS

**UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR
INFORMACIÓN GRAVIMÉTRICA
TERRESTRE DISPONIBLE**

Wilson Quintero
Carlos Alberto Rey

Bogotá, 2002

CONTENIDO

UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR INFORMACIÓN GRAVIMÉTRICA TERRESTRE DISPONIBLE	41
RESUMEN	41
INTRODUCCIÓN	41
BASE DE DATOS GAVIMÉTRICA DISPONIBLE	42
METODOLÓGIA PROPUESTA	47
ANÁLISIS DE DATOS	48
RESULTADOS	52
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	55

FIGURAS

Figura 1. Base cartográfica con información gravimétrica con acuerdo a la fuente.	43
Figura 2. Mapa base con información gravimétrica.	44
Figura 3. Clasificación de la información de la base datos gravimétrica total en porcentaje de acuerdo con la fuente.	45
Figura 4. Mapa base de la información gravimétrica con el efecto por localización.	46
Figura 5. Selección del área para el proyecto piloto.	49
Figura 6. Porcentaje de participación por fuente en la base de datos oficial de INGEOMINAS para la Plancha 5-09.	50
Figura 7. Comparación de diferencias para las fuentes	51

TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la información de la base datos gravimétrica total de acuerdo con la fuente.	45
Tabla 2. Clasificación de la información gravimétrica para la Plancha 5-09 de acuerdo con la fuente.	50
Tabla 3. Cuadro que muestra el número de iteraciones necesarias por fuente para llegar a la desviación estándar patrón de 0,3 miligales.	53
Tabla 4. Confiabilidad de las subbases de datos.	53
Tabla 5. Representatividad de la muestra respecto a la población (plan piloto).	54
Tabla 6. Avance en la Base de Datos Gravimétrica Oficial de INGEOMINAS.	54

UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR INFORMACIÓN GRAVIMÉTRICA TERRESTRE DISPONIBLE

RESUMEN

Se presentan las diversas fuentes de información gravimétrica disponibles que han servido de base para la elaboración de los mapas nacionales de anomalía de Bouguer simple y total. Al evaluar el mapa de anomalía de Bouguer total se encuentran diferencias significativas entre las tres fuentes denominadas ACIGEMI, ECOPETROL, e IGAC. En el análisis de estas diferencias no se encontraron patrones comunes que arrojaran conclusiones que explicaran las diferencias en las anomalías en términos de las herramientas y procesos usados por los autores en la producción cartográfica. Por lo tanto, se concluye que dichas diferencias están soportadas en la fuente de la información gravimétrica.

Se plantea una nueva metodología de estandarización de información gravimétrica a bajo costo que consiste en realizar trabajo de campo e implementar una base de datos oficial, donde se amarren los levantamientos a la red gravimétrica nacional, y se mantengan los campos; fuente de información, proyecto y línea.

El plan piloto se ejecutó en el costado occidental de la Plancha 5-09, a escala 1:500.000 (Medellín, Manizales, Ibagué). Se encontraron diferencias de alrededor de 14 miligales para algunas fuentes, que son explicables por los cambios de datum en los últimos 20 años. Las demás fuentes presentaron diferencias de + 3 miligales, que corresponden a la exactitud encontrada en esta zona para la red gravimétrica nacional estandarizada para 1998.

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este trabajo es presentar una metodología para validar datos gravimétricos terrestres disponibles generados por diferentes fuentes en el territorio nacional, para producir una base de datos gravimétrica oficial, que responda al requerimiento del gobierno nacional de depositar en INGEOMINAS, la responsabilidad de la compilación, la validación y la generación de bases de datos geofísicas, entre otras, para producir información geocientífica.

Para iniciar con la parte descriptiva, se presentan las diversas fuentes de información gravimétrica que han servido de base para la elaboración de los mapas gravimétricos de anomalía de Bouguer simple y total, con las motivaciones que llevaron a plantear una metodología de validación de información gravimétrica terrestre disponible.

Como resultado del análisis del estado de la información gravimétrica se planea una metodología de validación de información gravimétrica a bajo costo, que consiste en realizar un trabajo de campo e implementar una base de datos oficial, donde se amarren los levantamientos a la Red Gravimétrica Nacional, y se mantengan los campos; fuente de información, proyecto y línea, como elementos esenciales en la identificación de cada punto de observación gravimétrica.

Finalmente se dan los resultados, conclusiones y recomendaciones, útiles para enfocar el trabajo gravimétrico del INGEOMINAS en los próximos cinco años.

BASE DE DATOS GRAVIMÉTRICA DISPONIBLE

La base datos gravimétrica actual del INGEOMINAS está compuesta de tres subbases, a las cuales se denominará: ECO-PETROL, ACIGEMI e IGAC.

ECO-PETROL: es una compilación de información gravimétrica realizada por ECO-PETROL, caracterizada por tener, entre otros campos como gravedad observada y gravedad observada recalculada, empresa que adquirió datos, línea y proyecto.

ACIGEMI: Se denominó ACIGEMI, a la base de datos que dio origen a la capa de información Mapa de Anomalías Gravimétricas del Atlas Colombiano de Información Geológico-Minera para Inversión ACIGEMI. Esta base de datos, a diferencia de la ECO-PETROL, no presenta los campos: fuente, línea, proyecto, ni gravedad observada.

IGAC: es la base de datos gravimétrica proveniente del libro GRAVIMETRIA 1998, del IGAC. Contiene los valores gravimétricos para los diferentes puntos que componen las líneas de nivelación establecidas por el IGAC. En esta base de datos los datos están clasificados por líneas.

Al elaborar un mapa de puntos gravimétricos para el territorio colombiano se encontraron algunas inconsistencias, entre ellas, que un mismo lugar geográfico estaba reportado por dos o tres de las subbases mencionadas con diferente valor de gravedad observada. A modo de ilustración se presenta en la Figura 1 la base gráfica de toda la información gravimétrica disponible para la plancha, a escala 1:500.000, identificada con el número 5-09, por tener una gran densidad de datos y presentar las inconsistencias más frecuentes que se encontraron en las subbases de datos gravimétricos. Además, esta base gráfica se constituye en el eje primordial como fuente de análisis porque permite observar la relación entre los elementos de la base de datos y el terreno, es decir, que con la ayuda de este mapa se puede inferir si existe relación entre los perfiles gravimétricos y las vías, ríos, y otros.

Con un mapa base como el presentado en la Figura 1, se puede realizar una excelente

planeación del trabajo de campo, que permite detectar inconsistencias y escoger los puntos de observación en una campaña de campo.

Una observación detallada del mapa base lleva a plantear algunas interrogantes, de los cuales unos se resuelven a través de un trabajo en las subbases de datos y otros

con la aplicación de una metodología de validación de información gravimétrica que incluye trabajo de campo. La Figura 2 es una ampliación de un sector de la plancha 5-09 y muestra como un mismo lugar geográfico está reportado con información gravimétrica por más de una fuente o subbase de datos.

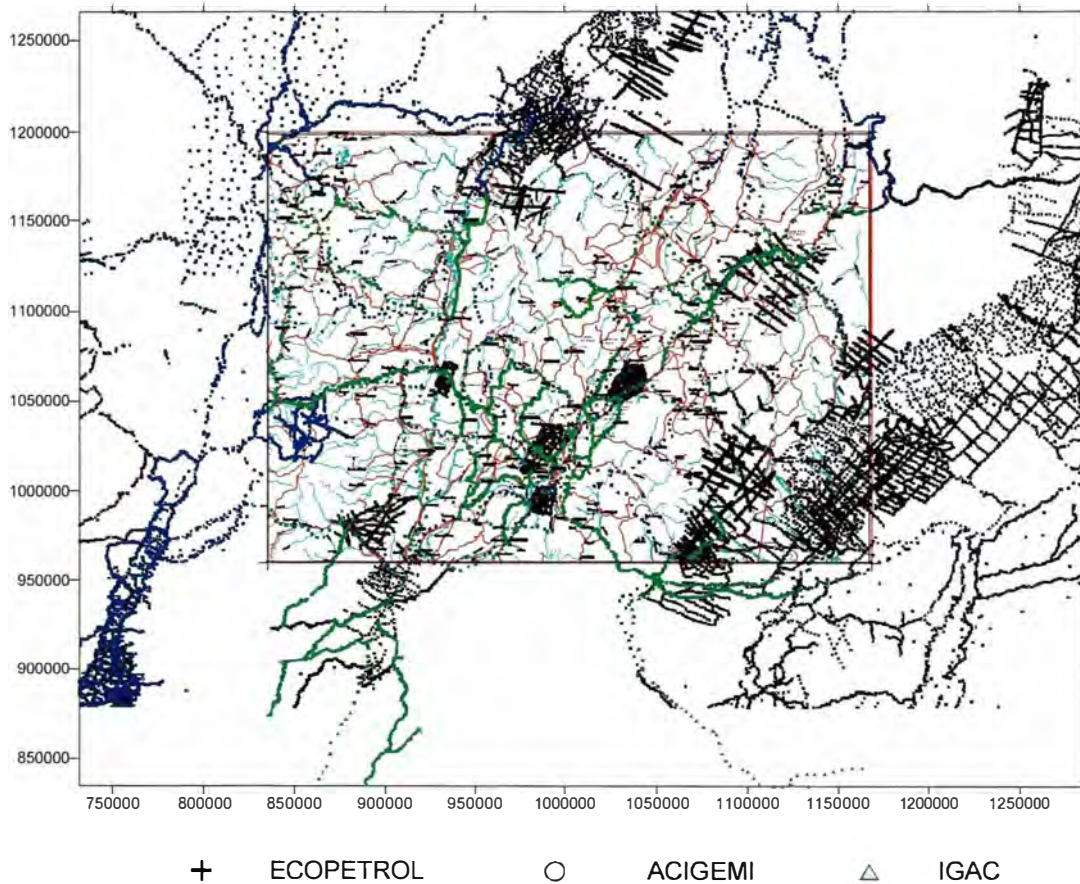


Figura 1. Base cartográfica con información gravimétrica con acuerdo a la fuente. La base cartográfica incluye toda la información disponible de vías, ríos, pueblos, toponimia, y curvas de nivel. En la figura, la línea azul corresponde a ríos, la línea roja a vías, los nombres están de color negro, la cruz negra corresponde a puntos reportados por ECOPETROL, el círculo azul a puntos reportados por ACIGEMI, y el triángulo verde a los puntos reportados por IGAC. El recuadro rojo corresponde al área de la Plancha 5-09 y el recuadro negro al área de influencia para minimizar el efecto de borde en la presentación de mapas de anomalías gravimétricas.

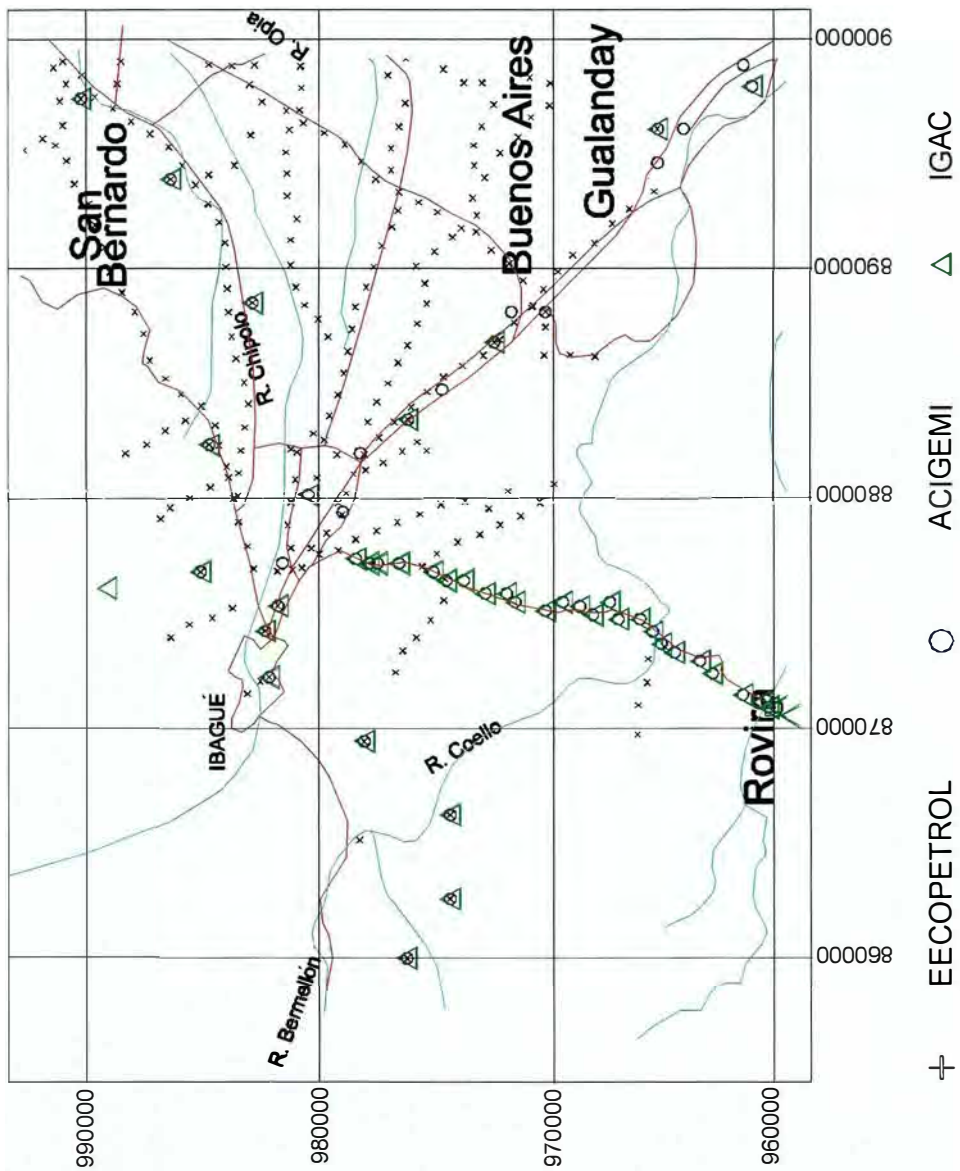


Figura 2. Mapa base con información gravimétrica. Como se observa en la figura, en la vía Rovira - Ibagué, los puntos están reportados por las bases ACIGEMI e IGAC, en el trayecto IBAGUÉ - GUALANDAY, existen puntos que están reportados por las tres subbases de datos, EECOPETROL, ACIGEMI e IGAC, también se dan otros puntos en este mismo que están reportados por las subbases ACIGEMI y EECOPETROL.

FUENTE	REPORTADOS	CLASIFICACIÓN POR FUENTE			REPETIDOS DOS FUENTES	PROPIOS	REPETIDOS EN LA FUENTE	TOTAL POR FUENTE
		ACIGEMI	ECOPETROL	IGAC				
ACIGEMI	31.371	18.154	9.042	9.019	4.844	18.154	194	17.960
ECOPETROL	75.036	0	69.794	5.242	0	69.794	2.623	67.171
IGAC	9.064	0	0	9.064	0	9.064	32	9.032

TOTAL 94.163

Tabla 1. Clasificación de la información de la base datos gravimétrica total de acuerdo con la fuente.

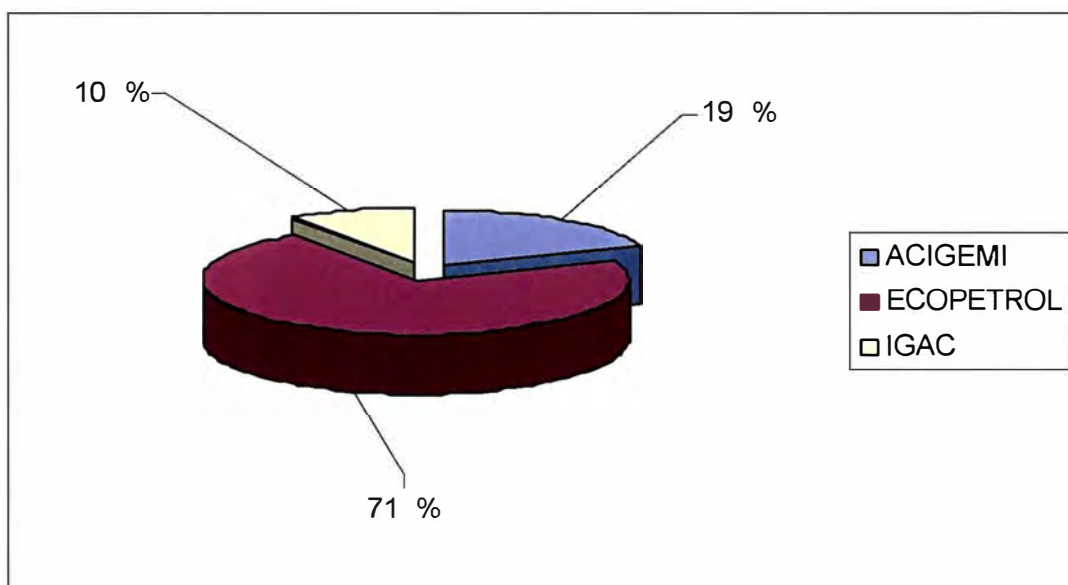


Figura 3. Clasificación de la información de la base datos gravimétrica total en porcentaje de acuerdo con la fuente.

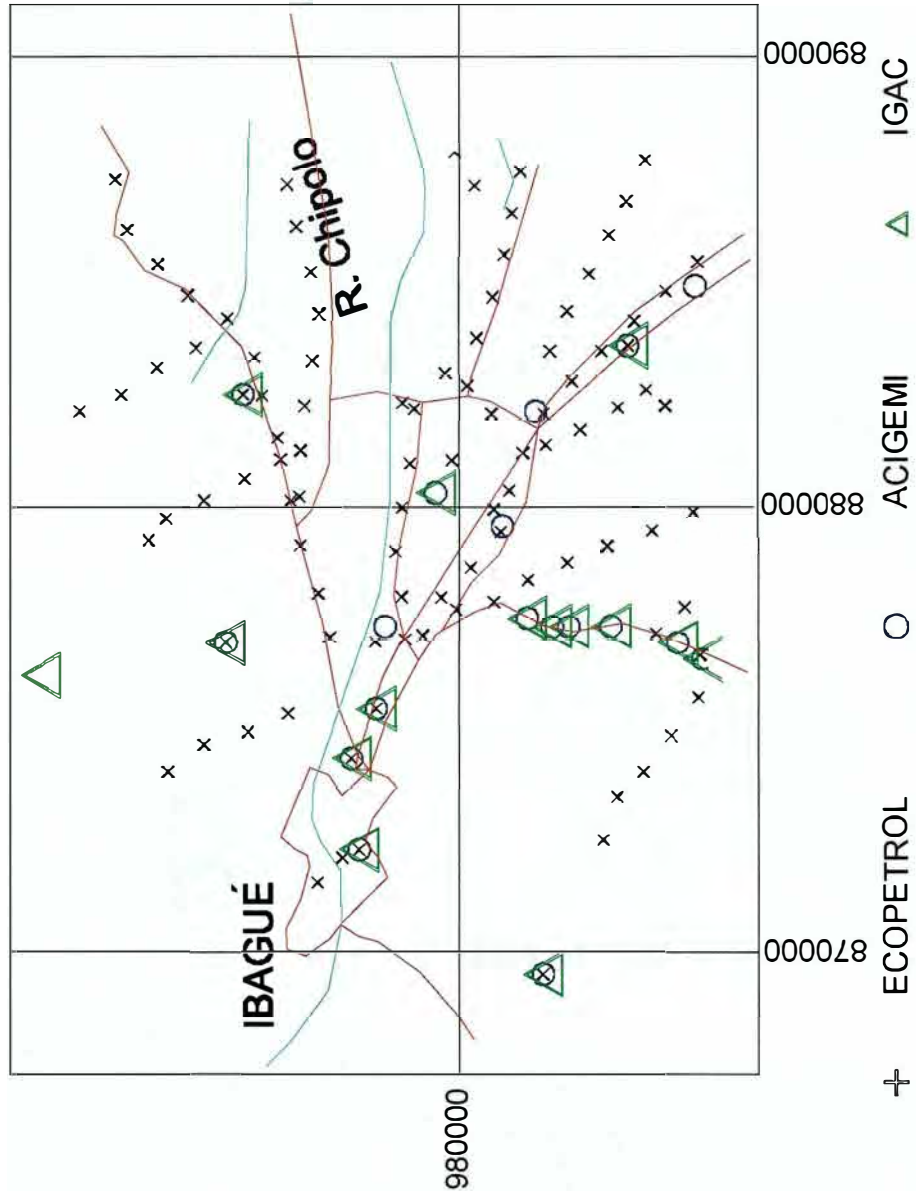


Figura 4. Mapa base de la información gravimétrica con el efecto por localización. La gráfica corresponde a una ampliación del mapa a escala 1:500.000. Para la planeación del trabajo de campo se recomienda utilizar las bases cartográficas a la escala más detallada de que se disponga. Sin embargo, es importante verificar para las distintas subbases de datos, el datum geodésico y el sistema de proyección cartográfico.

Por ejemplo, al analizar los datos en un área pequeña (Figura 1), se nota que se debe realizar una depuración de las subbases de datos con el objeto de identificar la fuente de cada dato. Por lo tanto, se tomó para todo el país la información de cada subbase y se cruzaron entre sí. La base primaria fue la información del IGAC, ya que corresponde a las líneas de nivelación geodésicas oficiales y reportadas en el libro GRAVIMETRÍA 1998. Esta base de datos se cruzó con la de ECOPETROL, y se obtuvieron los datos que eran propios de esta fuente. Finalmente, a la subbase de datos ACIGEMI se le quitaron los datos identificados como IGAC y los identificados como fuente ECOPETROL y los restantes quedaron como fuente ACIGEMI. En el Tabla 1 se presentan los resultados de la clasificación de los datos por fuente de la cual se nota que la fuente IGAC, tiene 32 datos repetidos, la fuente ECOPETROL reporta 75.036 datos, de los cuales 2.623 son repetidos, y 5.242 pertenecen a la fuente IGAC. La fuente ACIGEMI reporta 31.371 datos, de los cuales 194 están repetidos, 9.042 pertenecen a la fuente ECOPETROL y 9019 a la fuente IGAC. Como resultado, al clasificar los datos por fuente para todo el país, IGAC aporta 9.032 datos, ECOPETROL 67.171 y ACIGEMI 17.960.

Solucionadas las inconsistencias de doble o triple reporte del dato gravimétrico para un mismo lugar geográfico, se pasa a observar otras inconsistencias que tienen que ver con la localización de la observación (Figura 4). Se destacan varios aspectos, entre ellos, el desplazamiento de las observaciones con respecto a las vías, que se puede deber a una mala determinación de las coordenadas de los puntos, a un cam-

bio en el trazado de la vía o en el peor de los casos a una mala cartografía. Otro aspecto es la no relación entre la observación y el elemento geográfico. Esto se puede deber a diferencias en la escala cartográfica o simplemente al diseño de los perfiles gravimétricos.

METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología para validar la información gravimétrica está orientada a desarrollar inicialmente un trabajo de oficina con énfasis en la planeación de las observaciones muestra, luego un análisis estadístico, donde se comparan los datos muestra obtenidos en campo versus las fuentes y, finalmente, tomar una decisión de modificar o no el dato fuente.

En la planeación del trabajo de campo se clasifica la información por su respectiva fuente, luego se agrupan los datos (vistas) de acuerdo con variables, línea y proyecto. Igualmente, se elabora un mapa base de la zona, que incluye un mapa de puntos clasificado de las observaciones gravimétricas. Esto se elabora en el software Geosoft, porque permite desplegar al mismo tiempo la base gráfica y la información alfanumérica a modo de liga.

Para el trabajo de campo se lleva un computador portátil y las descripciones de las estaciones del IGAC. Se procura obtener al menos tres muestras por línea teniendo en cuenta lo siguiente:

-ECOPETROL: se busca el sitio con el GPS, y se toman al menos tres muestras.

-ACIGEMI: se busca el sitio con el GPS, y se toman al menos tres muestras. Aquí las

muestras se escogen siguiendo patrones geográficos, caminos, ríos, y otros. (no existen vistas para clasificar los datos por fuente, línea, proyecto, y otros.)

-IGAC: se exploran las diferentes descripciones y se ocupan solamente aquellos puntos que conserven el mojón

Para tomar la decisión de modificar o no el campo gravedad observada en un dato fuente, en oficina se elabora una serie de estadísticas de las diferencias encontradas entre las observaciones realizadas en campo y los valores reportados en la base de datos. Básicamente, las estadísticas son: el rango de variación de las diferencias, el promedio y la desviación estándar. Estos parámetros se calculan hasta cuando se tenga una desviación estándar menor a 0,3 miligales (el criterio de rechazo 1,5 desviaciones estándar). La decisión de modificar la base de datos, estará en función del porcentaje de confiabilidad de la fuente, el rango de variación y el límite superior e inferior del mismo.

En la Figura 5 se presenta el área del proyecto piloto, el cual corresponde al sector occidental de la Plancha 5-09, caracterizada por contener total o parcialmente los municipios de Medellín, Armenia e Ibagué.

Para la realización del trabajo de campo se clasificó la información de las respectivas subbases de datos de acuerdo con la fuente. La Tabla 2 presenta el resultado de la clasificación, y corresponde a los índices encontrados para todo el territorio colombiano. ACIGEMI proporciona de 6.613 reportados, 1.897; ECOPETROL, de 19.608 reportados, 17.016, e IGAC, de 4.200, 4.180.

En la Figura 6 se presentan los porcenta-

jes de los aportes por fuente y de nuevo ECOPETROL proporciona el 74%, ACIGEMI el 18% e IGAC el 8%. Este primer análisis por fuente ayuda a disminuir ruido en productos elaborados con fuente en la base de datos oficial, porque las anomalías gravimétricas vistas desde cada una de las fuentes reportan valores distintos acorde a la misma. Esto se debe a que no hay un estándar nacional en la determinación de anomalías gravimétricas.

En el Figura 6 se presenta la participación de cada fuente dentro de la base oficial del INGEOMINAS, para la Plancha 5-09. De nuevo, ECOPETROL es la fuente que más información aporta a la base de datos.

ANÁLISIS DE DATOS

Las muestras observadas en campo para validar los datos propios de las fuentes ECOPETROL, ACIGEMI e IGAC fueron procesadas aplicando todas las correcciones, las mareas, la deriva estática, y la deriva dinámica. Los circuitos se diseñaron a modo de obtener cierres a diario y para toda el área piloto. Tales cierres fueron aplicados acorde a los métodos de observación.

Con las observaciones y ajustes se procedió a comparar los valores de gravedad observada obtenidos en la muestra con el reportado para cada punto por la respectiva fuente de datos gravimétricos. En la figuras 7a, 7b y 7c se presenta la comparación entre la muestra de campo y el valor de gravedad observado reportado por cada fuente de datos. La comparación corresponde a la diferencia entre el valor de la gravedad observada en la fuente de datos y el valor encontrado por nosotros en la

muestra de campo. La Figura 7a presenta las diferencias encontradas para la fuente ECOPETROL; la Figura 7b presenta las diferencias encontradas para la fuente ACIGEMI, y la Figura 7c presenta las diferencias para la fuente IGAC. En las tres figuras se puede observar que el efecto de la corrección por mareas aplicado a las observaciones es relativamente pequeño comparado con el valor de las diferencias encontradas. Por lo tanto, diferencias en el modelo de mareas no son significativas en la determinación de la gravedad observa-

da para efecto del cálculo de anomalías gravimétricas de uso geofísico a nivel regional.

En la Figura 7a se nota que los datos de ECOPETROL, con dos cálculos de promedios a 1,5 desviaciones estándar, no se dan mas rechazos. Para ACIGEMI, en la Figura 7b, se necesitaron tres promedios para que no quedaron rechazos superiores a 1,5 desviaciones estándar. Y para IGAC; en la Figura 7c se dan las mismas condiciones de rechazo que para la fuente ACIGEMI.

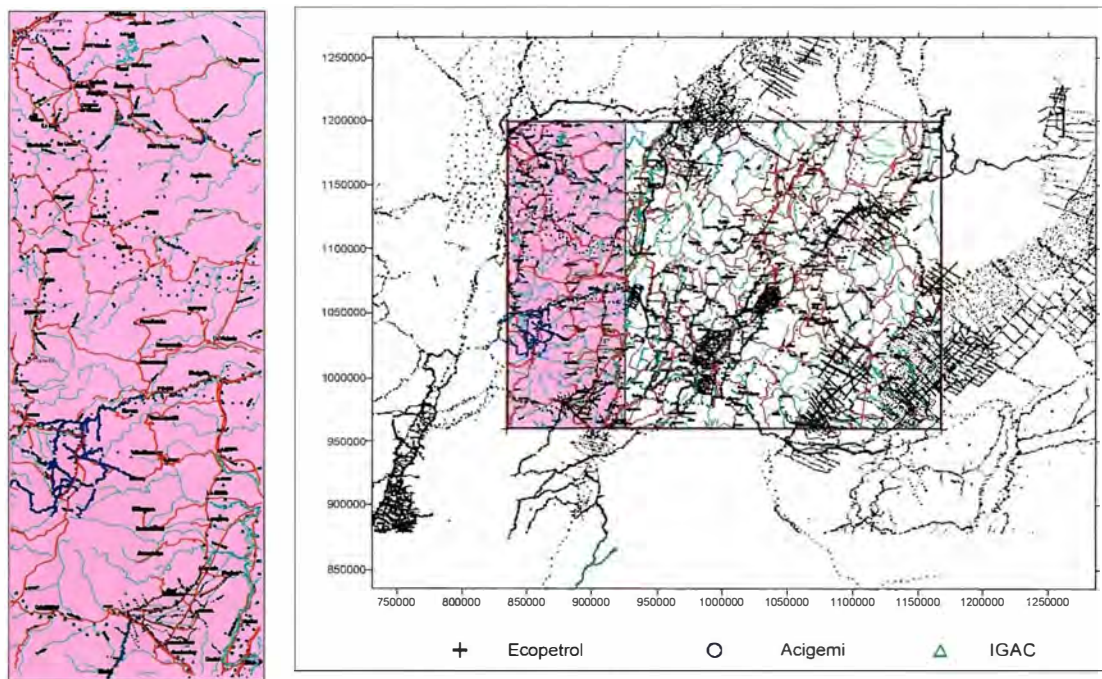


Figura 5. Selección del área para el proyecto piloto. La parte derecha corresponde a la Plancha 5-09 y el área sombreada de la misma como de la parte izquierda de la figura corresponde al área del plan piloto.

FUENTE	REPORTADOS	CLASIFICACIÓN POR FUENTE			REPETIDOS DOS FUENTES	PROPIOS	REPETIDOS EN LA FUENTE	TOTAL POR FUENTE
		ACIGEMI	ECOPETROL	IGAC				
ACIGEMI	6.613	1.976	2.833	4.171	2.367	1.976	79	1.897
ECOPETROL	19.608	0	17.124	2.484	0	17.124	108	17.016
IGAC	4.200	0	0	4.200	0	4.200	20	4.180

TOTAL 23.093

Tabla 2. Clasificación de la información gravimétrica para la Plancha 5-09 de acuerdo con la fuente. De la información reportada por cada fuente, el porcentaje de datos propios respecto a los reportados es de 29% para ACIGEMI, 87% para ECOPETROL y 99,5% para IGAC.

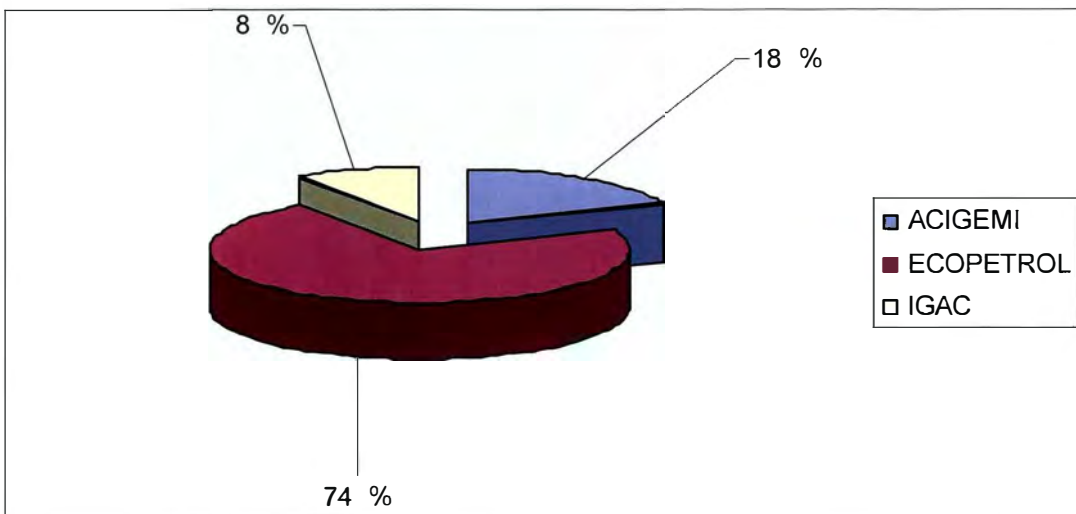
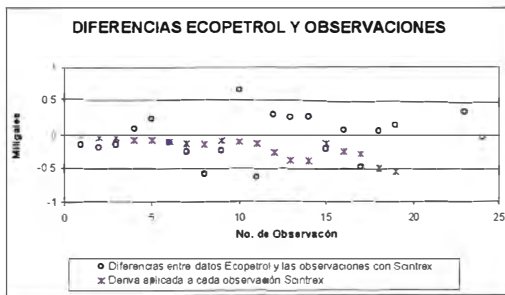
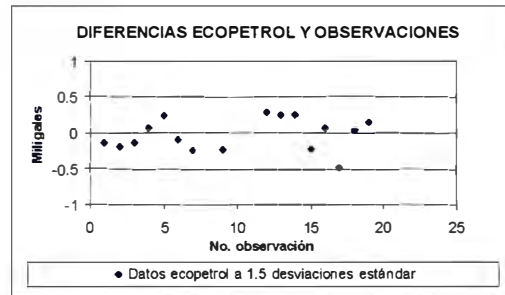


Figura 6. Porcentaje de participación por fuente en la base de datos oficial de INGEOMINAS para la Plancha 5-09.

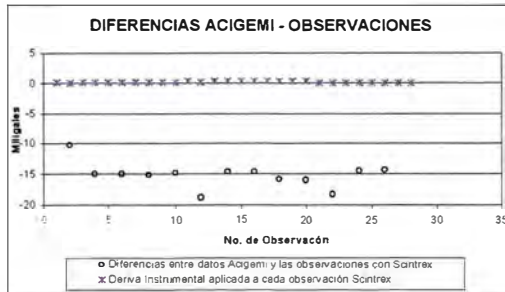


Número de datos = 19
 Promedio uno = -0,05
 Desviación estándar = 0,33

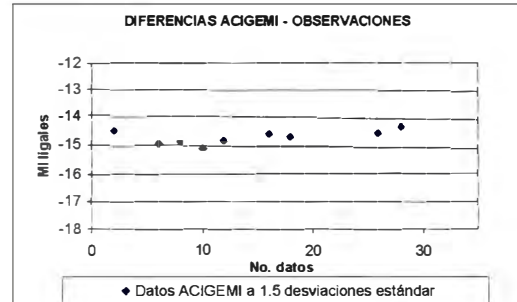


Número de datos = 16
 Promedio dos = -0,02
 Desviación estándar = 0,23

Figura 7a. Comparación de diferencias para la fuente ECOPETROL. Se necesitaron dos promedios y tres rechazos para alcanzar una desviación estándar menor a 0,3 miligales.

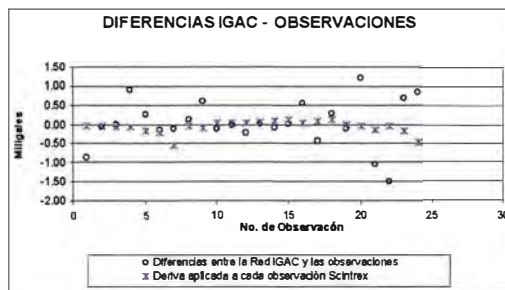


Número de datos = 14
 Promedio uno = -15,12
 Desviación estándar = 1,97

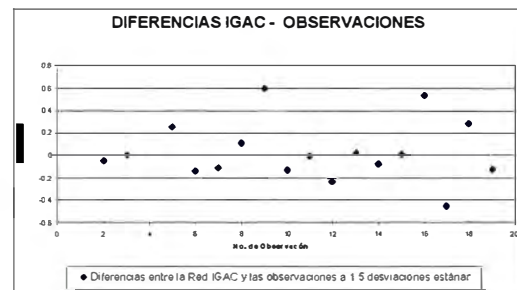


Número de datos = 9
 Promedio tres = -14,70
 Desviación estándar = 0,28

Figura 7b. Comparación de diferencias para la fuente ACIGEMI. Se necesitaron dos tres promedios y cinco rechazos para alcanzar una desviación estándar menor a 0,3 miligales.



Número de datos = 24
 Promedio uno = 0,03
 Desviación estándar = 0,61



Número de datos = 17
 Promedio tres = 0,03
 Desviación estándar = 0,2

Figura 7c. Comparación de diferencias para la fuente IGAC. Se necesitaron tres promedios y siete rechazos para alcanzar una desviación estándar menor a 0,3 miligales.

En las tres comparaciones, el aporte de las mareas está alrededor de los 0,5 miligales, valor no significativo ante el promedio final de ACIGEMI que fue de -14.70 miligales. Para ECOPETROL, la diferencia promedio de -0,02 miligales para una desviación estándar de 0,23 es suficiente para no rechazar más medidas. Para ACIGEMI, con tres promedios no se dan más rechazos, lo mismo ocurre para IGAC.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se presenta un resumen de los cálculos estadísticos con el número de iteraciones, el promedio y la desviación estándar encontrada en cada una de las iteraciones. Mientras que en la Tabla 4 se presenta un análisis de la confiabilidad donde se relacionan el número de datos observados con el número de datos que están dentro de una distribución con desviación estándar menor o igual a 0,3 miligales

ACIGEMI presenta la confiabilidad más baja respecto a las otras fuentes; para incluir esta base de datos en la base de datos oficial de INGEOMINAS, se requiere aplicar a los datos del plan piloto el promedio iterado por tercera vez. Es muy posible que este promedio, además de contener errores de propagación involucre un cambio de datum gravimétrico. Respecto a ECOPETROL e IGAC, el primero presenta una buena confiabilidad mientras que el segundo presenta confiabilidad regular. Para el plan piloto, estas dos fuentes de información no son afectadas porque el promedio se encuentra por debajo de 1 miligal. En la Tabla 5 se presenta el porcentaje de representatividad de la muestra respecto a la población, y es la fuente ACIGEMI la de menor porcentaje muestrea-

do. Sin embargo, el resultado de afectar los datos en -14,7 es bastante satisfactorio, porque las diferencias encontradas se encuentran alrededor de dicho valor.

En la Tabla 6 se presenta el resumen de la contribución del plan piloto en la validación de la base de datos oficial gravimétrica de INGEOMINAS.

De la tabla anterior se observa que, entre el límite inferior y el límite superior para el datum gravimétrico, que es la Red Gravimétrica del IGAC, hay + 1,5 miligales, rango en el cual estará la exactitud de la gravedad observada para el cálculo de anomalías gravimétricas.

De otro lado, del cuadro se puede decir que la fuente con mayor nivel de precisión es ECOPETROL, y que el avance en la validación por fuente de acuerdo con el trabajo realizado para el plan piloto es en promedio un 3%.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta para validar información gravimétrica terrestre disponible es rápida, y de bajo costo.

La fuente ECOPETROL para el área piloto presenta la mejor confiabilidad, y las diferencias encontradas están dentro del margen de variación estimado para la Red Gravimétrica Nacional.

La fuente ACIGEMI, para el área piloto, es de baja confiabilidad y, además, aumenta la incertidumbre en la reubicación de los puntos con el GPS, comparado con la fuente ECOPETROL. También evidencia que no se estandarizó la información por datum gravimétrico.

La fuente IGAC, para el área piloto, presenta una variación de 3 miligales entre + 1,5 miligales. Además, la información suministrada por el libro GRAVIMETRÍA 1998 es obsoleta en la medida que muchos de los puntos allí consignados no se encuentran en campo porque han sido destruidos.

Se recomienda para esta metodología, como para futuros trabajos gravimétricos, amarrar los levantamientos a la Red Gravimétrica Nacional de Segundo Orden.

La presente metodología se utilizará para todo el territorio nacional colombiano con el objeto de formar una base de datos gravimétrica oficial.

# de iteraciones	1			2			3		
	# Datos	Promedio	σ	# Datos	Promedio	σ	# Datos	Promedio	σ
ECOPETROL	19	-0,05	0,33	16	-0,02	0,23			
ACIGEMI	14	-15,12	1,97	11	-14,93			-14,7	
IGAC	24	0,03	0,61	20	0,06	0,39	17	0,03	0,26

Tabla 3. Cuadro que muestra el número de iteraciones necesarias por fuente para llegar a la desviación estándar patrón de 0,3 miligales.

CONFIABILIDAD		
ECOPETROL	84	%
ACIGEMI	64	%
IGAC	71	%

Tabla 4. Confiabilidad de las subbases de datos.

FUENTE	Líneas	Muestras	datos	%
ECOPETROL	51	19	481	4
ACIGEMI		14	857	2
IGAC	15	24	435	6

Tabla 5. Representatividad de la muestra respecto a la población (plan piloto).

FUENTE		DIFERENCIAS MEDIAS (MILIGALES)		LÍMITE SUPERIOR DIFERENCIAS		DELTA A CORREGIR EN DATOS FUENTE		DATOS A INCORPORAR POR FUENTE		% DE DATOS VALIDADOS
IGAC	24	0,06	2,50	-1,50	1,50	0	2,5	435	9.032	4,82
ECOPETROL	19	-0,02	1,60	-0,80	0,80	0	1,6	481	67.171	0,72
ACIGEMI	14	-14,93	10,00	-10,00	-20,00	14,93	9,00	857	17.960	4,77

Tabla 6. Avance en la Base de Datos Gravimétrica Oficial de INGEOMINAS.

BIBLIOGRAFÍA

CERÓN. J. F. 1997. Especificaciones Técnicas para Levantamientos de Gravimetría Terrestre. ECOPETROL. Bogotá.

GEOSOFT. 1994. GEOSOFT Mapping and Processing System. Geosoft Inc. Toronto.

GEOSOFT. 1994. Gravity Processing System. Geosoft Inc. Toronto.

IGAC. 1998. Gravimetría 1998. Santafé de Bogotá.

SCINTREX. 1989. Geophysical and Geochemical Instrumentation and Services. Scintrex Limited. Toronto.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO- AMBIENTAL Y NUCLEAR**

INGEOMINAS

**CONCEPTOS BÁSICOS DE GESTIÓN
AMBIENTAL EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

Silverio Ruiz

Bogotá, 2002

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	61
1. CONCEPTOS GENERALES DE GESTIÓN AMBIENTAL	62
1.1 GESTIÓN AMBIENTAL	62
1.1.1 Instrumentos para la orientación de la Gestión Ambiental	64
1.2 GESTIÓN PÚBLICA	66
1.3 GESTIÓN PÚBLICA AMBIENTAL	66
1.3.1 Estado y Gestión Ambiental	68
1.3.2 El Ordenamiento del Territorio y Gestión Ambiental	69
2. COMPONENTE LEGAL DE GESTIÓN AMBIENTAL	73
3. COMPONENTE ADMINISTRATIVO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	79
3.1 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	83
3.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y LA GESTIÓN AMBIENTAL	90
4. COMPONENTE SOCIAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	95
4.1 LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA GESTIÓN AMBIENTAL ..	95
4.2 CONSIDERACIONES SOCIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL	99
5. COMPONENTE ECONÓMICO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	103
6. LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RECURSOS MINERALES	107
6.1 EL CÓDIGO DE MINAS COLOMBIANO (LEY 685, AGOSTO 15 DE 2001) COMO INSTRUMENTO LEGAL PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL	112
BIBLIOGRAFÍA	121
Figura 1. Esquema de los diferentes componentes de gestión ambiental para recursos minerales.	108

INTRODUCCIÓN

Las ciencias de la Tierra son un campo del conocimiento que aparece ligado a lo que se presenta como un nuevo paradigma, de acuerdo con ello, las ciencias de la Tierra nacerían de la confluencia de las preocupaciones de geólogos, geofísicos, físicos de la atmósfera, meteorólogos, oceanógrafos y otros profesionales preocupados por el estudio y la comprensión de la estructura y el funcionamiento de la Tierra como unidad funcional, como planeta en el que la materia sólida o fluida adopta una serie de disposiciones variables en el tiempo debido a la disipación de energía procedente de distintas fuentes. Esta visión nace de las nuevas formas de interpretar una Tierra dinámica, ligadas a la teoría de la tectónica de placas y los emergentes campos de investigación sobre las capas fluidas de la Tierra y el interior de la misma, capaces de construir modelos globales y coherentes, progresivamente más complejos y más elaborados.

Las ciencias de la tierra o GEOCIENCIAS basan su actividad en el componente físico del medio ambiente, con técnicas específicas, carecen en cierta manera de un marco teórico básico de gestión ambiental para regularizar sus acciones sobre el medio físico. Es así como para la realización de un proyecto o actividad, se requiere establecer compromisos ambientales acorde con las políticas y normas que están vigentes.

Como las actividades de las Geociencias tienen que ver con los proyectos de ingeniería civil superficial y subterránea, pros-

pección y explotación de recursos naturales minerales, ordenamiento territorial (zonificación de geopotencialidad y geoamenazas) e inventario de amenazas naturales (volcanes, sismos, deslizamientos, inundaciones), es imprescindible e inexcusable no conocer los lineamientos de gestión ambiental que regulan el medio ambiente. Por lo tanto, el presente ensayo es una invitación a conocer de manera básica y sencilla el tema de la gestión ambiental, para tener conciencia de la responsabilidad que tienen las ciencias de la Tierra, en la búsqueda de la sostenibilidad del Planeta Tierra.

El objetivo del ensayo no es ser un texto exhaustivo de gestión ambiental, no obstante, el documento es un ejercicio serio de análisis sin agotar el tema, por lo tanto, el propósito es ofrecer y compartir algunos conceptos básicos prácticos de gestión ambiental a los profesionales de la Ciencias de la Tierra, para que se tengan en cuenta en el desarrollo de sus proyectos y actividades, entre los cuales se mencionan los legales, políticos, administrativos, sociales y económicos.

El presente documento es el resultado de la compilación y revisión de los principios básicos de gestión ambiental que se han establecido a nivel nacional, especialmente a partir de la Constitución Política de 1991; Ley 99 de 1993; Ley 685 de 2001 del Nuevo Código de Minas, como también, se esboza la herramienta ISO 14001, para tomar las acciones encaminadas a lograr la

máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, con base en una coordinada información interdisciplinaria, donde la participación ciudadana juega un papel importante para que los proyectos se desarrollen en mejor armonía con el entorno social y del medio ambiente.

Para desarrollar la temática de Gestión Ambiental, se establecieron los siguientes capítulos principales: conceptos generales de gestión ambiental, componentes legales, administrativos, sociales y económicos; además, se toma como ejemplo, el caso de la gestión ambiental de recursos minerales, ya que su explotación y beneficio causan gran impacto ambiental en el medio físico, pero sin los cuales, no es posible el desarrollo económico sostenible de las naciones.

1. CONCEPTOS GENERALES SOBRE GESTIÓN AMBIENTAL

Para entender la gestión ambiental, es necesario definir inicialmente los conceptos generales sobre gestión, gestión pública y gestión pública ambiental, las cuales han sido definidas de diferente manera, de acuerdo con las concepciones filosóficas y fines económicos o sociales de los investigadores; en este documento se trae a colación algunas definiciones generalizadas de gestión ambiental.

1.1 GESTIÓN AMBIENTAL

En general, se puede definir la gestión como todas las actividades intra y extra organizacionales que implican el estable-

cimiento de objetivos y metas, la evaluación de su cumplimiento y del desempeño institucional, así como el desarrollo de una filosofía de operación que garantice la supervivencia de la organización en el sistema social correspondiente.

Desde la perspectiva de la Teoría General de Sistemas, la gestión implica liderar, dirigir y solucionar problemas en cada una de las partes de la organización teniendo en cuenta que las acciones emprendidas en una parte de la organización, afectan a las demás partes de la misma, por ejemplo, la explotación de una mina o la realización de una obra civil afectará directamente o indirectamente a diferentes municipios, áreas rurales o el casco urbano.

Ahora, la gestión ambiental es entendida en la actualidad como el conjunto de actividades humanas encaminadas a procurar la ordenación del medio ambiente y contribuir al establecimiento de un modelo de desarrollo sustentable.

Este es un enfoque suficientemente amplio de la gestión ambiental e incluye todas las actividades humanas, sean del Estado o de la sociedad conducente al desarrollo sustentable.

En lo que respecta a la gestión ambiental, como tal, se ha definido como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativa a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basado en una coordinada información multidisciplinada y en la participación ciudadana.

Sin embargo, la gestión ambiental debe ser entendida como los procesos de planificación, desarrollo y administración del con-

junto de acciones, prácticas, políticas, planes, programas, proyectos, normas y controles encaminados a intervenir un territorio y dar solución a sus problemas ambientales y propender la protección, la conservación y el adecuado uso de los recursos, así como de la pertinente ocupación del territorio.

Es así como la gestión ambiental no debe contemplarse como la aplicación de la legislación en materia ambiental, la elaboración de estudios de impacto o la elaboración de planes de manejo para la consecución de licencias ambientales, debe ser entendida como la tarea de realizar una serie de estudios de análisis puntuales sobre los impactos ocasionados por los grandes proyectos de infraestructura sobre el medio natural, así como las respectivas acciones que, por lo general, son proyectadas a corto plazo-, tendientes a minimizar los efectos adversos del proyecto sobre los ecosistemas; con el objeto de cumplir los requisitos legales necesarios para la ejecución de proyectos de desarrollo.

De acuerdo con lo anterior, para llevar a cabo la política y la gestión ambiental se necesita de una serie de instrumentos jurídicos, administrativos, técnicos, sociales y económicos que dan los lineamientos o ejes a seguir y entender de forma integral la gestión ambiental.

Además, hay que crear espacios educativos para sensibilizar a la población de la importancia de administrar de forma sistémica el medio ambiente. Esto con el fin de hacer a los seres humanos conscientes de su responsabilidad en la protección y el mejoramiento del medio, de manera que se comporten y actúen conforme a normas

que aseguren un ambiente sano, que promuevan y participen en actividades encaminadas a su protección y a la sociedad a esforzarse por resolver estos problemas a nivel local, nacional e internacional. Hoy, la educación ambiental debe dar forma a nuevas vías de aprendizaje de un nuevo modelo de organización y de relaciones humanas, en las que la creatividad y la cooperación, y no la competencia, sean las directrices.

Entonces, consecuentes con las apreciaciones anteriores, una de las maneras para promover la gestión ambiental es activar los siguientes instrumentos:

- Los instrumentos legales están constituidos por un conjunto de normas y de las disposiciones legales establecidas a nivel internacional, nacional, departamental y local.
- Los instrumentos técnicos son los que brindan tecnología, equipos e instalaciones correctoras (filtros, depuradores, incremento del rendimiento de los equipos de procesos) o medidas preventivas, procesos con tecnologías limpias o con pocos desechos y con reciclado; utilización de combustible menos contaminantes o materias primas con menos residuos; ahorro de energía, reutilización del agua, aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos y otros, dedicación especial a la atención del concepto BAT (Best Available Technologies) para aplicar las mejores tecnologías disponibles.

Los instrumentos sociales que se vienen implantando en los países industrializados son la educación ambiental en los diferen-

tes niveles de enseñanza, la información y la concientización ciudadana y la participación pública en el proceso de decisión.

Los instrumentos económicos y fiscales son numerosos, pero destacan ayudas económicas (subvenciones y crédito oficial); estímulos fiscales; establecimiento de tarifas reales ajustadas al costo de servicios público, tasas, cánones, y otros títulos, y, fundamentalmente, la adopción real del principio "quien contamina paga" o principio de "no subvención" de modo que se limite, en primer lugar, la contaminación, y el costo de su depuración se absorba en los costos de producción o en el costo de servicios, con su correspondiente repercusión en el precio del producto o del servicio.

Para que los instrumentos económicos y fiscales sean efectivos, se les asigna dos funciones importantes: la primera es la de incentivo para reducir la contaminación y el desarrollo de tecnología limpias. El esquema de la Figura 1 muestra los diferentes instrumentos que contiene la gestión ambiental, ya que su relación dinámica entre ellos, conlleva a resultados adecuados en las acciones encaminadas a gestionar el medio ambiente con respecto a las diferentes actividades que realizan los seres humanos en el medio físico o abiótico.

Por otro lado, y de acuerdo con la Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de formular las políticas, los programas y se constituye en un ente técnico y de planificación.

Por lo tanto, la formulación de las políticas ambientales es de orden nacional, por eso se tiene un plan nacional de desarrollo ambiental, una gestión descentralizada para promo-

ver la responsabilidad ambiental en las regiones, ya que el responsable de la gestión ambiental no es solamente el Ministerio del Medio Ambiente. La idea es que la gestión ambiental se ejecute a través de las autoridades regionales y de las autoridades locales. La labor del Ministerio es fundamentalmente de apoyo, para la consolidación de la gestión ambiental local, porque ellos son los que conocen el problema y están más en contacto con las comunidades.

Entonces, en forma sustancial, se puede decir que la gestión ambiental propende por la transformación del concepto del uso de los recursos, a un concepto de administrar los recursos en términos de desarrollo humano sostenible. Por lo tanto, los objetivos reglamentarios producen a la gestión ambiental los siguientes compromisos:

- Establecer una organización institucional denominada Sistema Nacional Ambiental (SINA), el cual se encarga de crear las políticas y el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales presentes en la ley 99/93.
- Crear el Ministerio del Medio Ambiente: para formular política, reglamentar, expedir normas, coordinar instituciones y evaluar las políticas de gobierno y estado.

1.1.1 INSTRUMENTOS PARA LA ORIENTACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

De manera general, los instrumentos para impulsar y orientar la gestión ambiental son los siguientes:

Primero están los instrumentos que orientan las POLÍTICAS, y están a cargo del gobierno y del estado, que define el marco general de la acción, en un período específico y sobre un ámbito determinado.

El Segundo instrumento es la COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL y son los organismos del Estado que realizan el ejercicio de la gestión ambiental, orientada al desarrollo de acciones conjuntas para el logro de los objetivos planteados en el Plan Nacional de Desarrollo.

El tercero son los instrumentos de control y realizan el SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN, para lo cual, promueven acciones que acompañan los procesos, con el propósito de ajustar los objetivos o fortalecer la capacidad institucional para el cumplimiento de las metas.

Como el cuarto instrumento se menciona a las CORPORACIONES y son las encargadas de administrar a nivel regional el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente y les corresponde realizar las siguientes actividades: ejecutar política, promover la coordinación territorial y controlar la ampliación de la normatividad.

Los INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN son otro instrumento fundamental para impulsar la gestión ambiental y son los que dan los resultados sobre los diferentes aspectos del conocimiento de la dinámica de la Tierra (atmósfera, oceanografía, geología) como de los recursos naturales, para sugerir indicadores o estándares de contaminación en las diferentes industrias, que

tienen como materia prima el componente físico de la Tierra. Entre otras funciones, cumplen las siguientes: levantar, manejar e investigar sobre los recursos naturales, prestar asesoría técnica especializada al SINA, y socializar y demostrar la información que se obtiene con las investigaciones en el campo del medio ambiente.

Un requisito importante para una acción compatible y eficaz para la gestión ambiental es poseer conocimientos científicos y tecnológicos sobre el surgimiento, la repercusión y la prevención de las sobrecargas y sus consecuencias para el ser humano. Las universidades y los institutos deben promover investigaciones especiales; y al mismo desarrollar trabajos disciplinarios de investigación ecológica.

La PLANEACIÓN se constituye para la gestión ambiental en un instrumento clave para buscar los objetivos propuestos a largo, mediano y corto plazo; consiste en garantizar el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales, de acuerdo, con los planes ambientales de las entidades territoriales, al Plan Nacional de Desarrollo y articulado con los aspectos económicos y sociales. Por lo tanto, la planeación, no debe considerarse como el simple ejercicio de formular un plan de procesos articulado con asignación de recursos, sino como una coordinación sectorial y territorial.

Los instrumentos anteriormente mencionados, de gestión ambiental, tienen como fin el DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE, el cual conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y del bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar al medio ambiente

o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades (Artículo 3 Ley 99/93).

1.2 GESTIÓN PÚBLICA

La gestión pública comprende todas las actividades del gobierno. Entonces, la gestión pública sería el ejercicio de la potestad estatal para conseguir los objetivos de la política de gobierno. Consecuentemente, la gestión pública ambiental se referiría al ejercicio de la potestad estatal para alcanzar los objetivos de las políticas gubernamentales del desarrollo sustentable.

De esta forma, se llega a la definición de la gestión pública, en general, como el conjunto de actividades de las instituciones públicas o privadas, conducentes a ejecutar las políticas del desarrollo sustentable.

Lo anterior se desarrolla dentro del concepto de que, en general, las políticas, el control, el seguimiento y la sanción de la gestión ambiental correspondan esencialmente al Estado y a sus instituciones.

Por otra parte, las instituciones privadas y los ciudadanos participan en forma creciente en todos los componentes de la gestión pública ambiental, en especial a nivel de "manejo, operación y administración", pero también en áreas que se han considerado anteriormente potestades exclusivas del Estado, como, por ejemplo, en el suministro de insumos para la formulación de las políticas públicas, en las que se intensifica el papel de las consultas y audiencias con la sociedad civil. Esta gestión pública aplicada a la consecución del desarrollo sustentable se denomina "gestión pública ambiental".

1.3 GESTIÓN PÚBLICA AMBIENTAL

El objeto de Gestión Pública Ambiental es la prevención y el control de la contaminación y la regulación del uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, también la regulación del uso y el aprovechamiento de la energía y de los recursos no renovables (hidrocarburos y minerales) y, en general, el estímulo de las actividades económicas productivas, previniendo, minimizando y restaurando los posibles efectos negativos de impacto en el medio ambiente. Para llevar a cabo el objetivo de la GESTIÓN PÚBLICA AMBIENTAL, Pérez (2000) propone los siguientes elementos a tener en cuenta para implementar por parte de Estado la administración del medio ambiente:

Objeto de la gestión ambiental. Se refiere a las acciones gubernamentales y ciudadanas para alcanzar el desarrollo sustentable, para lo cual se tiene en cuenta los siguientes lineamientos:

Políticas, planificación y financiamiento. Para comprender el alcance jurídico de la formulación de políticas públicas, se reseña la naturaleza de los llamados actos políticos en el derecho público denominados así para diferenciarlos de los actos administrativos. En efecto, por tradición, las políticas públicas se manifiestan jurídicamente en esta clase de actos, entre los cuales se encuentran también las declaratorias de los jefes de Estado que son comunes en las cumbres políticas o económicas y continentales o en encuentros bilaterales de mandatarios. Por otro lado, la planificación precisa requisitos específicos para ser considerados como tal y se expresa, en el caso de la gestión pública ambiental, en las si-

güientes clases de instrumentos: planes y estrategias institucionales; planificación del uso del suelo; estudios de impacto ambiental; concertación; e información y consultas públicas. Además, sin financiamiento público, no tiene efecto alguno los instrumentos de planificación y los principales antecedentes para ese financiamiento son el presupuesto público estatal y los presupuestos de las instituciones públicas.

Normatividad legal. En ésta se incluyen las provisiones constitucionales, la legislación propiamente dicha, sea orgánica u ordinaria, así como las normas legislativas, generalmente obligatorias, de alcance nacional, estatal y municipal, donde estas distinciones son aplicables.

Estructura jurídica e institucional. Este elemento comprende la estructura misma de la administración pública, para lo cual hay que definir los modos de gestión y discutir las alternativas institucionales, incluidos la creación y la organización de ministerios y dependencias públicas, así como institutos, comités y, en general, cuerpos colegiados de la administración pública.

Competencias. Uno de los elementos más importantes de la gestión ambiental es el de las competencias, es decir, el conjunto de funciones y cometidos que se asignan a las instituciones y a los funcionarios públicos y que éstos pueden ejercer legalmente. El tema de las competencias se destaca en la gestión pública ambiental, debido a la naturaleza intrasectorial e interinstitucional de la gestión del desarrollo sustentable. La aparente superposición y concurrencia de competencias se produce especialmente en el manejo de los recursos naturales, que con frecuencia se manifiesta en

el desconcierto de los órganos públicos competentes y en la aplicación inadecuada de la normatividad ambiental o incluso en su falta de aplicación.

Normatividad administrativa y regulación. La administración pública tiene especiales potestades para la aplicación de la ley en el desarrollo de las actividades públicas y privadas. Los reglamentos de la Ley se encuentran en esta categoría, pero también las acciones de la llamada policía administrativa como son limitaciones, licencias, permisos, autorizaciones, así como fijación de estándares y normalización, y demás instrumentos con que cuentan los órganos públicos para regular el desenvolvimiento de las acciones del desarrollo sustentable.

Administración, manejo y operación. Los tres términos se refieren a las mismas o similares actividades, que consisten en aplicación, implementación y ejecución de las políticas, planes, leyes y regulaciones formuladas, así como a los criterios puestos en práctica por los órganos públicos en el ejercicio de sus potestades. Se distingue entre administrativos, manejo y operación, según la mayor o menor participación de acciones intelectuales o materiales en su desenvolvimiento. Mientras que la administración supone el acto de dirigir y organizar, en cambio, la operación es la acción material misma de cumplimiento de las disposiciones de la dirección.

Seguimiento y control. Estas tareas son indispensables para el adecuado cumplimiento de los demás elementos de la gestión pública ambiental y son complementarias del elemento siguiente, sanción y jurisdicción. Es uno de los elementos donde mayor preponderancia ha cobrado el papel de la sociedad civil.

Sanción y jurisdicción. Las sanciones se imponen por la contravención de una ley o normatividad y pueden ser aplicadas a nivel de la administración pública (en sede administrativa) y de función judicial (en sede judicial). Corresponde a la función judicial resolver los conflictos entre particulares y entre éstos y la administración pública sobre el cumplimiento de las normas legales, reglamentos y regulaciones.

Como los conceptos teóricos generales de gestión ambiental pública, es necesario analizar el escenario donde se van aplicar, ya que el marco teórico plantea condiciones normales de desarrollo social y económico estables y un entorno político adecuado, donde las fuerzas vivas de la sociedad civil y comunidad tienen participación democrática en las decisiones del gobierno y del Estado; pero inconvenientes de algunos países en vía de desarrollo, como el caso colombiano, no favorece la implementación de la administración del medio ambiente, ya que no se tienen los medios financieros, económicos y administrativos apropiados, además, los problemas políticos y violencia endémicos, que no favorecen en nada el desarrollo de los diferentes instrumentos que se plantean en la parte teórica. Por lo tanto, se debe ser realista cuando se apliquen los conceptos generales y se tenga bien claro que no es tarea fácil, si no se tiene un medio social, económico y financiero adecuado, y un entorno político pacífico para implementar los elementos que propone Pérez (2000) para fomentar la gestión pública ambiental, y así, las diferentes instituciones que orientan la gestión ambiental trabajen en los diferentes aspectos educativos, regulatorios y administrativos sin temor a ser afectados o obstaculizados por generadores de violencia.

1.3.1 EL ESTADO Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

El deterioro ambiental afecta el bienestar y la calidad de vida de la población, limita sus posibilidades de desarrollo y compromete gravemente el de las generaciones futuras. Aunque Colombia es un país rico en recursos naturales, su desarrollo económico se ha basado en buena medida en un aprovechamiento inadecuado, lo que ha conducido a su creciente deterioro.

La Constitución Política de 1991 asume el desarrollo sostenible como un propósito nacional y señala la obligación del Estado de emprender acciones en tal dirección, lo cual supone un cambio en el modelo actual de desarrollo, en dos sentidos: en primer lugar, porque no se puede llegar a las nuevas generaciones las condiciones de atraso, exclusión y pobreza actuales, la superación de todas las manifestaciones de la injusticia social debe estar íntimamente ligada al desarrollo de las políticas ambientales; y, en segundo lugar, porque el cambio en el modelo no es responsabilidad exclusiva del Estado, sino que compromete a todos y cada uno de los colombianos, abriendo paso a la participación de los diferentes actores del proceso.

El desarrollo sostenible debe dar cuenta de tres grandes objetivos, a saber: el crecimiento económico, la equidad social y la sustentabilidad ambiental, los cuales se encuentran estrechamente articulados entre sí. El reto del Estado en relación con su propósito consiste en diseñar y aplicar sistemas de gestión capaces de fomentar y conciliar estos objetivos, para lo cual se carece de un sistema de evaluación común, si tenemos en cuenta que cada uno de ellos

se mide con indicadores no compatibles. Por el momento sólo se vislumbra la posibilidad de que el plano económico sirva de articulador, pero ello sólo se podrá establecer cuando sea posible cuantificar el valor de una serie de elementos sociales y ambientales que aún no se toman en consideración. Mientras esta situación subsista, se debe seguir tomando decisiones con respecto a la orientación del desarrollo, y recurrir a otras técnicas.

Se hace necesario adoptar un proceso de gestión que permita al hombre tomar mejores decisiones con el fin de: avanzar hacia el desarrollo sostenible que involucre el crecimiento económico, la equidad social y la sustentabilidad ambiental; concertar qué intercambios debe haber entre estos tres objetivos en una determinada región y entre regiones; facilitar el conocimiento, por parte de los actores involucrados, del tipo de intercambios viables y de su valor; y el equilibrio dinámico correspondiente al desarrollo sostenible que satisface a los actores de la región en desarrollo.

El área de equilibrio del desarrollo sostenible depende esencialmente de los acuerdos entre actores, acuerdos que serán más equitativos en la medida en que se conozca el valor de los elementos, recursos y productos de un área, de las ventajas comparativas y la competitividad de las distintas regiones y de los elementos y recursos naturales que se ven afectados. Este equilibrio es, además, de carácter transitorio, debido a que los modelos de desarrollo sostenible varían constantemente debido, entre otras cosas, a los desarrollos tecnológicos, al descubrimiento de nuevos recursos y a las expectativas e intereses de los actores involucrados.

En el contexto del proceso de globalización económica en que todos se encuentra inmersos, con el replanteamiento del papel del Estado en la vida nacional, tendiente a la orientación de sus mayores esfuerzos en aquellos aspectos que garanticen las condiciones más favorables al desarrollo nacional, y teniendo en cuenta el poco peso de las consideraciones ambientales en las decisiones sobre las diversas actividades que se realizan en el territorio, es imperativo que el Estado asuma un papel determinante orientado a garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y el mantenimiento del patrimonio natural de la nación como condición indispensable para el desarrollo sostenible, mediante la creación de espacios políticos para negociar y dirimir conflictos ambientales.

1.3.2 EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO Y GESTIÓN AMBIENTAL

El territorio, para efectos de los procesos de desarrollo y gestión ambiental, es el escenario físico y ambiental en el cual toman forma y dinámica, y convergen dichos procesos. El territorio se constituye así en el elemento integrador y estructurante de los objetivos y políticas públicas, al igual que de la acción y la gestión que sobre él ejercen los actores sociales y económicos, quienes con sus dinámicas configuran y reconfiguran los espacios geográficos de la nación. El territorio es, entonces, más que un mero receptáculo o soporte físico de las actividades sociales, económicas y culturales del hombre, y constituye, por tanto, una construcción social e histórica, resultado de las relaciones sociales que se expresan en diversas formas de uso, ocupación, apropiación y distribución del territorio.

La Ley 99 de 1993 define el ordenamiento ambiental del territorio como "la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible".

El ordenamiento ambiental del territorio hace parte del conjunto de acciones instrumentales de la política ambiental y se constituye en la herramienta fundamental para la planificación y la gestión ambiental nacional, regional y local, tendiente a garantizar la renovabilidad del capital natural, prevenir el deterioro de los ecosistemas de mayor valor por sus servicios ecológicos indispensables para el desarrollo nacional, proteger la biodiversidad y la diversidad cultural, y fortalecer y consolidar la presencia internacional del país de acuerdo con las prioridades e intereses nacionales.

En este contexto, el ordenamiento ambiental se entiende como un conjunto de acciones estructuradas alrededor de las funciones ambientales específicas que cumple cada unidad del territorio, con el propósito de lograr que tales funciones estén en concordancia con la potencialidad natural de cada unidad, dentro de contextos locales, regionales y nacionales, y con el papel de Colombia como uno de los países con más importante patrimonio natural en el planeta.

Tales acciones exigen, no sólo la identificación y la espacialización de las unidades territoriales de acuerdo con su función ambiental y de los procesos y tendencias de apropiación y manejo de las mismas,

sino la generación de instrumentos legales, económicos, sociales, políticos y administrativos que posibiliten dar un uso y desarrollo más adecuado a cada unidad y al país en su conjunto.

El ordenamiento ambiental del territorio se propone ante todo, contribuir a garantizar la funcionalidad y la sostenibilidad del sistema natural de soporte de la población y de los procesos sociales y económicos. La contradicción entre el mantenimiento de los bienes y servicios que la naturaleza aporta a la sociedad y cualquier otro uso o actividad humana que implique transformación degradatoria de la base natural, configura un conflicto ambiental. Si bien es imposible el bienestar y el desarrollo de la sociedad sin algún grado de transformación ambiental, existe un límite a partir del cual se torna riesgosa una transformación adicional, por lo que se debe dar prioridad al mantenimiento o a la restitución de los bienes naturales. Para garantizar condiciones mínimas para el bienestar y desarrollo de la sociedad, debe lograrse un equilibrio entre lo que se conserva y lo que se transforma, al mismo tiempo que debe garantizarse que las transformaciones permitan que los ecosistemas sigan prestando sus servicios ambientales y se prevenga su deterioro. Por tanto, el ordenamiento ambiental debe centrarse en procurar un equilibrio entre transformación, conservación y restauración de los ecosistemas cuando hayan sido perturbados más allá de su capacidad de resiliencia.

El ordenamiento ambiental del territorio se propone tres grandes propósitos en relación con los tiempos sobre los que actúa: hacia el futuro, la prevención de conflictos ambientales; en el presente, la resolución

de conflictos ambientales; y en relación con el pasado, la reversión de procesos de deterioro ambiental. Para estos diferentes propósitos es necesario identificar a los actores involucrados en cada situación, con el fin de determinar cómo alcanzarlo y qué responsabilidades tiene cada uno de ellos.

El proceso de ordenamiento ambiental adquiere así el carácter de escenario político de análisis y concertación para avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible.

El Ordenamiento Ambiental del Territorio es, al tiempo que una función del Estado, un instrumento de planificación y un escenario de análisis y concertación. Singular importancia reviste el carácter prospectivo que debe comportar el ordenamiento ambiental del territorio, toda vez que la tarea de prevenir conflictos ambientales incide notablemente en el éxito de la gestión ambiental y aumenta su eficiencia. Dicho carácter prospectivo se basa en el conocimiento de la funcionalidad ambiental de las diferentes áreas del territorio y de las conse-

cuencias que sobre dicha funcionalidad producen las actividades que en él se realizan, así como en la identificación de alternativas generadas a partir de la investigación científica y del conocimiento de las prácticas que de manera sostenible han realizado las poblaciones asentadas tradicionalmente.

La eficacia del ordenamiento como herramienta de planificación y gestión ambiental descansa en su capacidad para convertirse en vínculo efectivo entre el conocimiento y la acción, de acuerdo con las condiciones de la sociedad y de la institucionalidad presentes en el territorio. En el marco de la democracia participativa y la descentralización, en que se considera necesario buscar soluciones conjuntas entre los diferentes actores y desde diferentes niveles territoriales, la planificación negociadora se constituye en una adecuada alternativa, basada tanto en el conocimiento experto como en el conocimiento experimentado, en un proceso de aprendizaje mutuo.

2. COMPONENTE LEGAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental, para tener reconocimiento y aceptación en la sociedad civil y en el Estado, se fundamenta en principios normativos que la rige y Colombia ha sido a nivel mundial pionero en asuntos ambientales al acoger los postulados de la famosa conferencia de Estocolmo de 1972 y regular mediante un código la utilización de los recursos naturales y la protección del ambiente.

Como consecuencia de las dispersiones legislativas y para ponerse a tono con la evolución que marcaba el nuevo derecho ambiental, se expidió en 1974 el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y la Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974). Pero su aplicabilidad ha carecido de un desarrollo legal ordenado y coherente, lo que ha incidido en su escasa aplicación.

Es bien conocido que numerosas entidades de orden nacional, adscritas a los ministerios de Salud, Agricultura y Desarrollo Rural, Minas y Energía, Desarrollo Económico y Defensa Nacional, tienen la responsabilidad de aplicar códigos, acuerdos y decretos para el manejo ambiental, dictados con distintos objetivos sin seguir criterios ni lineamientos comunes; además, existen vacíos en la gestión ambiental de los centros urbanos, ausencia total de proyectos de investigación que apoyan la gestión ambiental.

Afortunadamente, y a pesar de las crisis sociales de años anteriores, el país viene dando pasos importantes en esta dirección. Por una parte, con la nueva constitución, el tema ambiental se ha venido democratizando, lo que permite la conformación de una opinión pública capaz de presionar los cambios que se requieren.

Además, se intentan cambios institucionales que permitan la inserción de la dimensión ambiental en la planeación del desarrollo. Dichos cambios deben abarcar desde los aspectos políticos del orden nacional e internacional, hasta los de tipo municipal y regional.

Como también, la necesidad de coordinar y estructurar un nuevo marco institucional ambiental de carácter nacional que sea capaz de enfrentar el gran reto de conciliar los intereses ambientales con el desarrollo sostenible, y se creó para esto el Ministerio del Ambiente, hecho realidad mediante la Ley 99 de 1993.

Por otro lado, las directrices legales de la gestión ambiental se derivan directamente del texto constitucional, y su efectiva aplicación puede contribuir a mejorarla, hasta ahora deficiente gestión del Estado en esta materia.

Entonces, para ejercer la función tutelar de protección de los bienes ambientales, que

impone la constitución a los poderes públicos, debe tener su manifestación en la coherente articulación de mecanismos preventivos y represivos, aunque es evidente que toda política nacional eficiente debe privilegiar la prevención antes que la represión y ésta será la tarea esencial que debe cumplir el Ministerio del Ambiente.

Además, en las diferentes legislaciones comparadas, se encuentran valiosos ejemplos de medidas de estímulo y promoción que buscan, ante todo, la incorporación de la lógica del mercado como un instrumento más de la gestión ambiental, con el doble objetivo de que los productores y los consumidores dirijan sus formas de producción y hábitos de consumo hacia procesos y bienes ambientalmente menos costosos, y, por otra parte, tratar de superar la misión del Estado como mero administrador represivo del ambiente y los recursos naturales.

En el ámbito internacional, esta orientación preventiva se halla presente en la nueva acción de la Comunidad Económica Europea, a partir de la aprobación el Acta Única Europea de 1986 (Rodas, 1997). Esta estrategia tiene cuatro principios fundamentales:

➤ La acción preventiva: es decir, es necesario evitar la contaminación más que combatirla.

La acción de corrección: preferiblemente en la fuente misma que origina los daños al medio ambiente, lo que implica una lucha contra la contaminación y el desarrollo de una acción europea de tecnología y productos adecuados.

El principio "quien contamine paga"; esto implica la responsabilidad de las empre-

sas privadas y del Estado, para adicionar los costos ambientales en sus cuentas.

Este principio está dirigido a la protección de un interés colectivo, y no puede confundirse simplemente con las reglas de derecho privado o público que tiende a asegurar la indemnización de los daños causados al ambiente, o con un principio administrativo - sancionador, pues es algo más que ambos aspectos, en cuanto es la expresión de una filosofía de imputación de costos ambientales que tienen reflejo directo o indirecto en la actividad policial y de control de la administración.

Este principio puede realizarse mediante diversas vías:

- La responsabilidad civil del Estado o de los particulares cuando causen lesiones al bien jurídico.
- La carga del costo, traducida en impuestos, tasas, subsidios, contribuciones y multas.
- También puede apoyarse de manera directa en otras medidas, como las servidumbres, restricciones y limitaciones impuestas por las delegaciones de dominio pleno y libre de los recursos naturales.

El principio de integración, es decir, el reconocimiento de que las exigencias de la protección del medio ambiente son un componente de las demás políticas de la comunidad.

Además de los anteriores principios, dentro de las normas se establecen medidas represivas, las cuales son dirigidas por el Estado, y consisten en establecer sanciones

de diversa índole, y que sean adecuadas realmente a las entidades que causan graves agresiones ambientales en nuestro país. En ello coincide el gobierno nacional al señalar que la escasa aplicación y efectividad del código de los recursos naturales se debe a que carece de los instrumentos correctivos adecuados.

Dentro de las sanciones administrativas y de policía contempladas en la Ley 99 de 1993, en el Título XII se establecen los tipos de sanciones y aclara que el Ministerio del Ambiente y las corporaciones autónomas regionales impondrán al infractor de las normas sobre protección ambiental o sobre manejo y aprovechamiento de recursos naturales renovables, mediante resolución motivada y según la gravedad de la infracción.

Entre las sanciones se mencionan las siguientes: amonestación, multas diarias hasta por una suma equivalente a trescientos salarios mínimos mensuales, o suspensión del registro o licencia.

Además, contempla el cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio respectivo y revocatoria o caducidad del permiso o concesión y la demolición de obra, a costa del infractor, cuando habiéndose adelantado sin permiso o licencia, y no habiendo sido suspendida, cause daño evidente al medio ambiente o a los recursos naturales renovables.

También la Ley 99 de 1993, consagra medidas preventivas que, de hacerse realidad, serían de especial importancia para evitar la consumación de un daño en los ecosistemas.

- Decomiso preventivo de individuos, especímenes o productos, y de los implementos utilizados para cometer la infracción.
- Suspensión de obra o actividad, cuando de su prosecución pueden derivarse daño o peligro para los recursos naturales renovables o la salud humana, o cuando la obra o actividad se haya iniciado sin el respectivo permiso, concesión, licencia o autorización.

Se considera que es necesario para cumplir los anteriores propósitos, la expedición del código de policía ambiental que sirva de marco de referencia a las autoridades ambientales nacionales, regionales, departamentales y municipales en la determinación e imposición del instrumento estatal.

Existen, además, sanciones penales en materia de protección del medio ambiente, aunque Colombia fue pionero en la tipificación de estas infracciones en el ámbito internacional, hoy se encuentra la cruel ironía de unas normas penales absolutamente vírgenes de aplicación, que contrastan no ya con la acelerada destrucción de nuestros recursos naturales, sino con la puesta en peligro de la salud humana, como lo demuestra el peligroso aumento de la contaminación que en ciertas regiones del país generan malformaciones genéticas en los fetos humanos, o graves enfermedades pulmonares, cutáneas, y otras.

A pesar de que los bienes jurídicos colectivos, como el ambiente natural, producen una tensión dialéctica con los principios básicos del derecho penal liberal centrado en la represión de ataques puntuales o bienes individuales, el sistema punitivo pue-

de cumplir una función importante, siempre y cuando conserve su validez de último recurso de control social, de manera que si las demás instancias de éste tuvieron una real eficacia preventiva, sin duda no habría necesidad de aquel (Rodas, 1997)

Es bueno resaltar que Colombia fue pionero en la elaboración de las disposiciones en la consagración "formal" del instrumento punitivo como medio de defensa del medio natural, camino que ha recorrido otras legislaciones del mundo, pero que no ha estado exento de debate y cumplimiento por parte del Estado y de la sociedad civil.

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables consagró una legislación ambiental avanzada para su momento histórico, y en realidad brindó mecanismos y principios básicos para un adecuado manejo del ambiente. Sin embargo, tal como la realidad lo ha mostrado, ha carecido de un desarrollo legal ordenado y coherente, lo que ha incidido en su escasa aplicación.

A lo anterior se suma el hecho de que el contenido de algunas de las numerosas normas, leyes y decretos expedidos con posterioridad al código no guardan una debida unidad armónica con éste, e incluso, contradicen sus orientaciones y principios (Rodas, 1997). Con el desorden legislativo, se ha acompañado de una falta de capacidad de gestión institucional efectiva por parte del Estado.

Dentro de las causas de la deficiente gestión ambiental institucional, se puede mencionar, entre otras, la dispersión de la responsabilidad de las funciones de vigilancia y control radicadas en numerosas entidades de orden nacional, lo que genera

conflictos y vacíos, y un grave distanciamiento entre los que utilizan los recursos naturales y los responsables de aplicar la complejísima y, a veces, contradictoria legislación ambiental en todo el territorio.

También las numerosas entidades del orden nacional, adscritas a los ministerios de Salud, Agricultura y Desarrollo Rural, Minas y Energía, Desarrollo Económico y Defensa Nacional, tienen responsabilidad de aplicar códigos, acuerdos y decretos para el manejo ambiental, dictados con distintos objetivos, sin seguir ni criterio ni lineamiento comunes; existen vacíos en la gestión ambiental en los centros urbanos donde reside el setenta por ciento de la población del país, la cual, ha generado en manos del Ministerio de Salud y de las empresas públicas municipales, entidades que por su especialización en otras áreas, por sus problemas financieros y por su carencia de personal experto en la materia, no han acometido a cabalidad estas funciones encomendadas.

Otra deficiencia son los males tradicionales de la administración pública colombiana, como son la falta de continuidad en los planes y programas que cambian con cada administración, la inadecuada configuración de las políticas que no establecen prioridades, y, en ocasiones, se quedan en enunciación de los postulados generales.

Además, la falta de inversión en la investigación, y, por ende, la carencia de desarrollo científico y tecnológico impide que la megadiversidad biológica colombiana contribuya positivamente al desarrollo económico nacional, mediante la consolidación de una bioindustria que acelera la conversión de valores ecológicos en nuevos productos tropicales.

Con la situación anterior, se vio la necesidad de estructurar un nuevo marco institucional ambiental de carácter nacional, que sea capaz de enfrentar el gran reto de conciliar los intereses ambientales y el sendero del desarrollo sostenible, por lo cual fue creado el Ministerio del Ambiente, hecho realidad mediante la Ley 99 de 1993.

Por otra parte, el código penal actual, en el Capítulo II del Título XI, denominado "delitos contra el orden económico y social", y directamente relacionados con el medio ambiente, establece los siguientes tipos penales:

Artículo 242: Ilícito aprovechamiento de los recursos naturales.

Artículo 243: Ocupación ilícita de parques y zonas de reserva forestal.

Artículo 244: Explotación ilícita de yacimientos mineros.

Artículo 245: Propagación de enfermedades en los recursos naturales.

Artículo 246: Daños en los recursos naturales.

Artículo 247. Contaminación ambiental.

De acuerdo con los artículos mencionados, se ve que el derecho penal implica en su normatividad el medio ambiente y hace ver al ciudadano, la importancia que el Estado otorga a estos nuevos intereses; no obstante, y es importante reafirmarlo, no puede agotarse la función de la sanción penal en la reafirmación simbólica de un valor, pues ello implicaría una huida hacia el "Derecho Penal" que encubriría una función de engaño, y defraudaría así las expectativas sociales.

En general, se puede decir que el marco legal es una condición necesaria en los procesos de planeación, gestión y desarrollo ambiental, el cual regula tres ámbitos:

Legislación general sobre intervención del Estado. Constitución política de Colombia y el código de recursos naturales y protección del medio ambiente (Decreto 2811 de 1974).

Legislación sobre planificación municipal y medio ambiente El Decreto Reglamentario 1753 de la Ley 99/93 es la que ordena el uso y el manejo de los recursos naturales, los residuos sólidos y líquidos; la ley 388/97 de Ordenamiento Territorial regula el espacio público y comprende la gestión ambiental urbana; ley de reforma urbana (Ley 9 de 1989, Ley 3 de 1991 modificadas por la Ley 388 de 1997).

Legislación sobre aspectos ambientales específicos. En este aspecto, la legislación define normas precisas para zona de reserva agrícola (Ley 12 de 1982), obras públicas y estudios ecológicos (Ley 56 de 1981), código sanitario nacional (Ley 9 de 1979), emisiones atmosféricas, fuentes fijas (Decreto 02 de 1982; 948 de 1995); análisis de calidad de aire (Resolución 19622 de 1985 y Resolución 02308 de 1986), usos de agua, suministro y residuos líquidos (Decreto 1541 de 1978 y 1594 de 1984), recursos hidrobiológicos (Decreto 1681 de 1978), fauna y flora (Decreto 1608 de 1978; Decreto 2811 de 1974; Decreto 1791 de 1997), desastres (Decreto 919 de 1989), entre otros.

Siendo consecuentes con los principios que rigen la normatividad ambiental y expuestos en los párrafos anteriores, se puede observar la importancia que tiene para las ciencias de la Tierra el seguir de manera

lógica los diferentes pasos normativos para evitar conflictos con el entorno ambiental y social, y así, cuando se realiza un proyecto, actividad o una obra civil, se deben reducir al mínimo los impactos ambientales. También es claro que la reglamentación es una herramienta de gestión ambiental clave no solamente para cumplir un requisito, sino que contribuye a entender de manera sistémica el entorno físico y su manera de explotarlo de una manera racional para beneficio y desarrollo de los habitantes de una región determinada.

Si bien es cierto, que se debe regular el uso y la explotación de los recursos naturales, se deben crear leyes y decretos que estén más adecuados al entorno social y político que viven las naciones y de acuerdo con su momento histórico y no ser solamente una transcripción de leyes foráneas donde existen una organización social y económica de avanzada y unos niveles educativos y culturales ambientales bien fundamentados; lo anterior propicia que cuando se crea una ley, sea respetada y cumplida por

la empresa privada y pública y la comunidad en general.

Aunque Colombia ha desarrollado una buena legislación ambiental, la cual ha sido reconocida internacionalmente por algunos países europeos, no deja de tener fallencias en su aplicación, porque no se tienen los medios financieros para el desplazamiento de los funcionarios a ciertas regiones con graves impactos ambientales por el orden público alterado; la inadecuada preparación y capacitación de funcionarios que apliquen de manera racional las diferentes normas de acuerdo con las condiciones locales y el nivel de desarrollo de las comunidades, como también la carencia de líderes en la concertación de intereses, para ser todos ganadores y buscar una solución adecuada para la sociedad y el medio natural, y no se convierta solamente en una aplicación fría de la norma, sin reconocer el entorno social donde se aplique, teniendo como principio que los derechos ambientales son colectivos y no individuales.

3. COMPONENTE ADMINISTRATIVO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

De acuerdo con la Ley 99 de 1993, el componente administrativo de la gestión ambiental es la evaluación de impacto ambiental, y se constituye como mecanismo líder en la administración, planificación y gestión ambiental, por lo tanto, es necesario ampliar el concepto.

La EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EIA, se define como un conjunto de técnicas y métodos encaminados a valorar los impactos que sobre el medio producen determinadas obras, instalaciones y actividades.

Antes de empezar determinadas obras públicas o proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una evaluación del impacto ambiental que producirán si se llevan a cabo. La finalidad de la EIA es identificar, predecir e interpretar los impactos que esa actividad producirá si es ejecutada.

Tipos de evaluaciones de impacto ambiental. La legislación pide estudios más o menos detallados según sea la actividad que se va a realizar. Porque no es lo mismo la instalación de una tubería, que una pequeña empresa o un gran embalse o una central nuclear. Por eso se distinguen:

- Informes medioambientales que se unen a los proyectos y son simplemente indicadores de la incidencia ambiental con las medidas correctoras que se podrían tomar.

➤ Evaluación preliminar que incorpora una primera valoración de impactos que sirve para decidir si es necesaria una valoración más detallada de los impactos de esa actividad o es suficiente con este estudio más superficial.

➤ Evaluación simplificada, que es un estudio de profundidad media sobre los impactos ambientales.

➤ Evaluación detallada, en la que se profundiza porque la actividad que se está estudiando es de gran envergadura.

Metodología de evaluación del impacto ambiental

Un estudio de impacto ambiental analiza un sistema complejo, con muchos factores distintos y con fenómenos que son muy difíciles de cuantificar.

¿Cómo fijar objetivamente el impacto que una presa tiene sobre las aves o sobre el paisaje? O ¿cómo concretar en números el

impacto de una carretera que pasa por un monumento histórico o por un ecosistema de especial interés? Para hacer estos estudios hay varios métodos y se usan unos u otros según la actividad de que se trate, el organismo que las haga o el que las exija.

Como ejemplo de uno de los métodos que se emplean en estos trabajos se analiza la llamada "matriz de Leopold" que fue el primer método utilizado para hacer estos estudios, en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

Este sistema utiliza un cuadro de doble entrada. En las columnas pone las acciones humanas que pueden alterar el sistema y en las filas, las características del medio que pueden ser alteradas. En el original hay 100 acciones y 88 factores ambientales, aunque no todos se utilizan en todos los casos.

Cuando se comienza el estudio se tiene la matriz sin rellenar las cuadrículas. Se va mirando una a una las cuadrículas situadas bajo cada acción propuesta y se ve si puede causar impacto en el factor ambiental correspondiente. Si es así, se hace una diagonal. Cuando se ha completado la matriz se vuelve a cada una de las cuadrículas con diagonal y se pone a la izquierda un número de 1 a 10 que indica la magnitud del impacto. 10 la máxima y 1 la mínima (el 0 no vale). Con un (+) si el impacto es positivo y (-) si es negativo. En la parte inferior derecha se califica de 1 a 10 la importancia del impacto, es decir, si es regional o sólo local. Es así como las sumas de columnas y filas permiten hacer posteriormente los comentarios que acompañan al estudio.

Por lo tanto, el estudio y la evaluación de impacto ambiental emite y estima el grado de cumplimiento de las normas y regulaciones directas de protección ambiental y de esta manera adecúa los proyectos para garantizar una gestión ambiental justa.

Con el logro de los objetivos y el avance en la legislación e institucionalización de las evaluaciones de impacto ambiental, obtenido en el Decreto 1753 de 1994, permite convertir los diagnósticos ambientales de alternativas y los estudios de impacto ambiental en instrumentos líderes de planificación ambiental del desarrollo nacional (Sánchez, 1995); además de la participación ciudadana y comunitaria en la planificación y gestión ambiental; la difusión de la información de efectos ambientales entre la población potencialmente afectada; la disminución de la discrecionalidad de los burócratas gubernamentales responsables en la evaluación; el establecimiento de procedimientos simples expedidos y fácilmente aplicables a las condiciones del país; la adaptación de las regulaciones a las condiciones temporales, económicas y sociales colombianas.

Para garantizar que las evaluaciones de impacto ambiental sean socialmente eficientes y equitativas, éstas deben estar circunscritas dentro de una política de desarrollo y de protección al medio ambiente, la evaluación no se puede desarrollar de manera efectiva en un contexto vacío de políticas. Por consiguiente, así como en 1991 y 1994 se formularon políticas ambientales en los planes nacionales de desarrollo, y se considera de manera integral el componente ambiental, es indispensable dotar al país de planes de desarrollo regionales y locales que sirvan de marco a las

evaluaciones, sin las cuales éstas se ejercerán en el vacío y con muy poca aplicación política y sin prioridades. Las prioridades, en todos los casos, deben responder a las realidades del país y no al criterio de los grupos ecologistas de países desarrollados, en los cuales ya se han resuelto los problemas de bienestar para las generaciones actuales, incluidos problemas de saneamiento básico y pobreza absoluta (Sánchez, 1995).

Al desarrollar un proyecto, se genera una diversidad de impactos ambientales, por lo tanto para una evaluación integral de sus consecuencias, se requiere el concurso de diversas disciplinas profesionales. El estudio de los efectos ambientales, sin la participación de un grupo interdisciplinario, presenta una visión parcializada de los impactos y desestima muchos de los que pueden ser importantes. La evaluación requiere analizar los efectos ambientales cuantitativos y cualitativamente para establecer aquellos que resultan significativos; esta evaluación puede ser más precisa en la medida en que se cuente con una base de información amplia. En el medio colombiano no existen bases de este tipo, debido a la poca investigación ambiental que se lleva a cabo y al celo con que la escasa información es guardada. La ausencia de investigaciones científicas genera la tentación de convertir las evaluaciones de impacto ambiental en estudios de investigación básica, los cuales deben ser realizados por centros investigativos especializados. De esta manera, la investigación básica y aplicada estaría disponible al momento de elaborar los estudios y disminuiría los tiempos de elaboración de los estudios de impacto ambiental. En este sentido las evaluaciones deben realizarse en las condicio-

nes que ofrece, por ejemplo, un sistema nacional de información ambiental o bancos de datos especializados.

Entonces, de acuerdo con el artículo 57 de la Ley 99/93, el estudio de impacto ambiental se entiende como el conjunto de información que deberá presentar ante la autoridad ambiental competente, el peticionario de una licencia ambiental y contendrá información sobre la localización del proyecto, los elementos abióticos y socioeconómicos del medio que puede sufrir deterioro por la respectiva obra o actividad, para cuya ejecución se pide la licencia, y la evaluación de los impactos que puedan producirse. Además, incluirá el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos y el plan de manejo ambiental de la obra o actividad.

La autoridad ambiental competente para otorgar la licencia ambiental fijará los términos de referencia de los estudios de impacto ambiental en un plazo que no podrá exceder de 60 días hábiles contados a partir de la solicitud por parte del interesado.

Por consiguiente, la licencia ambiental se entiende como la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada (Artículo 50/ Ley 99/93).

Así mismo, es importante resaltar que las evaluaciones de impacto ambiental y la expedición de licencias deben superar el

carácter de requisito legal y, en el espíritu de la Ley 99/93, convertirse en instrumento de apoyo y complemento a los planes de desarrollo y esquemas de ordenamiento ambiental, que garanticen el desarrollo sin destrucción.

En los últimos años se han producido evaluaciones de impacto ambiental referidos, en su mayor parte, a proyectos públicos de autovías, carreteras, embalses, canteras. En su mayoría se evalúan estudios incompletos, parciales, con profundos errores, que difícilmente en otros países industrializados hubiera merecido la calificación de un estudio de impacto ambiental. Las carencias y, en algunos casos, confusiones y errores se han pretendido subsanar incorporando en la declaración de impacto ambiental un condicionado para la realización de estudios complementarios y proyectos de reforestación, pues que no conviertan en un estudio de impacto ambiental parcial o inexacto en un estudio bueno, para lo anterior se necesita personal técnico formado, ya que presentan una síntesis de un conjunto de conocimientos y disciplinas.

También hay que resaltar otro instrumento administrativo idóneo, a tener en cuenta, en la gestión ambiental, como las auditorías ambientales y las distintas actuaciones de regulación directa que puedan llevarse a cabo por los causes de la política ambiental, ya sea industrial, forestal, políticas de agua, urbana, control y vigilancia, o de sanciones.

Es así como las auditorías ambientales son otro mecanismo de administración, comparable con las evaluaciones de impacto ambiental, que permite identificar, evaluar, corregir y controlar los riesgos y deterio-

ros ambientales. Así mismo, facilita la interrelación e información con la administración y su opinión pública y, sobre todo, es la llave para la innovación tecnológica en materia de medio ambiente.

Las auditorías ambientales, entre otras actividades, evalúan el financiamiento de instalaciones existentes, en lo que afecta al medio ambiente, con el fin de conocer el grado de ampliamento de la legislación que les concierne. El informe ambiental que se deriva de las mismas facilita las negociaciones con las administraciones respecto a las mejoras con que puede dotarse las plantas y explotaciones existentes y permitan informar a la opinión pública con objetividad.

Las técnicas de trabajo de las auditorías ambientales son muy semejantes a las evaluaciones de impacto ambiental, porque buscan el mismo fin, deben tener un conocimiento profundo de la incidencia ambiental de una determinada actividad, programa o actuación con el entorno de los mismos, para minimizar sus efectos ambientales mediante la adopción de las medidas correctoras oportunas.

En general, se puede decir que sin los estudios y la evaluación de impacto ambiental, como de las auditorías, no se puede realizar ninguna administración de un proyecto o obra que implique el medio físico, por lo tanto, es fundamental que los profesionales de la ciencias de la Tierra deben implicar en el desarrollo de sus actividades esta herramienta de gestión ambiental, para buscar la armonía entre los componentes social, y el medio ambiente biótico y abiótico, en busca de la sostenibilidad de los proyectos.

En el capítulo 6 de este documento, se da un ejemplo del contenido de una evaluación de impacto ambiental para un proyecto de explotación de recursos minerales.

3.1. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (NORMAS ISO 14.000 Y 14.001)

En este subcapítulo del componente administrativo de la gestión ambiental, se revisa y resume el sistema de gestión ambiental promovido por las normas ISO 14000, como una herramienta valiosa, para implementar los sistemas de gestión ambiental, por lo tanto, se describen la metodología y los procesos y pasos básicos a tener en cuenta, cuando se realiza un proyecto a largo plazo de explotación de un recurso mineral, o una obra civil de gran envergadura, ambas actividades concernientes a las ciencias de la Tierra.

El organismo encargado de las normas ISO, es la Organización Internacional para la Estandarización, con sede en Ginebra, que nace luego de la Segunda Guerra Mundial y constituido por más de 100 agrupaciones o países miembros. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional. Las normas desarrolladas son voluntarias, y se comprende que ISO es un organismo no gubernamental y no depende de ningún otro organismo internacional, por lo tanto, no tiene autoridad para imponer sus normas a ningún país.

En la década de los 90, en consideración a la problemática ambiental, muchos países comienzan a implementar sus propias nor-

mas ambientales, las que variaban mucho de un país a otro. De esta manera, se hacía necesario tener un indicador universal que evaluara los esfuerzos de una organización por alcanzar una protección ambiental confiable y adecuada.

En este contexto, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) fue invitada a participar a la Cumbre para la Tierra, organizada por la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en junio de 1992 en Río de Janeiro, Brasil. Ante tal acontecimiento, ISO se compromete a crear normas ambientales internacionales, después denominadas, ISO 14.000.

Se debe tener presente que las normas estipuladas por ISO 14.000 no fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación, ni tampoco se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que establecen herramientas y sistemas enfocadas a los procesos de producción al interior de una empresa u organización, y de los efectos o externalidades que de éstos deriven al medio ambiente.

SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) ISO 14001

El documento ISO 14.001, llamado Sistema de Administración Ambiental, es el de mayor importancia en la serie ISO 14.000, dado que esta norma establece los elementos del SGA (Sistema de Gestión Ambiental) exigido para que las organizaciones cumplan a fin de lograr su registro o certificación después de pasar una auditoría de un tercero independiente debidamente registrado. En otras palabras, si una organización desea certificar o registrarse bajo la

norma ISO 14000, es indispensable que dé cumplimiento a lo estipulado en ISO 14001.

Para ello se debe tener en cuenta que el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) forma parte de la Administración General de una organización (empresa), en este sentido, el SGA debe incluir: planificación, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que le permitan desarrollarse, alcanzar, revisar y poner en práctica la Política Ambiental.

En definitiva, esto se refiere a la creación de un departamento - cuyo tamaño dependerá de la magnitud de la organización - que funcione como cualquier otro de la organización. Ahora bien, como todo departamento, requiere de sistemas de control que le permitan su permanencia en el tiempo. Los elementos del Sistema de Control los describe la norma como:

- Compromiso de la Dirección y la Política Ambiental.
- Metas y Objetivos Ambientales.
- Programa de Control Ambiental, integrado por procesos, prácticas, procedimientos y líneas de responsabilidad.
- Auditoría y Acción correctiva, cuya función radica en la entrega de información periódica que permite la realización de revisiones administrativas y asegurar que el SGA funciona correctamente.
- Revisión Administrativa, que es la función ejecutada por la gerencia con el objeto de determinar la efectividad del SGA.

- *Mejoría Constante*, esta etapa permite asegurar que la organización cumple sus obligaciones ambientales y protege el medio ambiente.

Por lo tanto, se puede concluir que las ISO 14.001 tienen aplicación en cualquier tipo de organización, independiente de su tamaño, rubro y ubicación geográfica.

PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA).

De acuerdo con la Guía ISO 1400 (Cascio et al., 1997), los pasos a seguir para implementar un Sistema de Gestión Ambiental en una organización productora, son los siguientes:

Autoevaluación Inicial de Gestión Ambiental: tiene que ver con la capacidad de gestión, fortalezas y oportunidades. Lo cual permitirá saber la posición en que se encuentra la empresa para desarrollar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), o bien, verificar el grado de avance, si ya se encuentra en etapas avanzadas.

Compromiso y Política: consiste en la definición de la Política Ambiental y asegurar el compromiso con su SGA. En este punto están contenidas todas las características de la Política Ambiental.

I. Revisión Ambiental Inicial

Esta revisión es el punto de referencia del Sistema Ambiental, por cuanto otorga información sobre emisiones, desechos, problemas ambientales potenciales, asuntos de

salud, sistemas de gestión existentes, leyes y regulaciones relevantes. Sus resultados servirán de base para el desarrollo o la evaluación de la Política Ambiental de la empresa. En la práctica se refiere a Las Etapas de la Revisión, y comprende la planificación, selección del equipo, preparación y realización de la revisión, es decir, balance de masas, documentación sobre administración, inspección del lugar y entrevistas. Para posteriormente dar la información de los resultados.

Para obtener un resultado preliminar de una revisión ambiental, se requiere de los siguientes parámetros:

- Identificación de requerimientos legales.
- Identificación de aspectos ambientales, impactos y riesgos significativos.
- Evaluación del comportamiento relacionados con criterios internos, normas externas, regulaciones, códigos de práctica y conjunto de principios.
- Existencia de prácticas y procedimientos relacionados con adquisiciones y la contratación.
- Aprovechamiento a partir de las investigaciones de casos de incumplimientos anteriores.
- Oportunidades para la ventaja competitiva.
- Identificación de puntos de vistas de partes interesadas.
- Funciones o actividades de otros sistemas u organizaciones que pueden permitir o impedir su comportamiento ambiental.

Además, conocer la metodología, listas de chequeos, cuestionarios, entrevistas, inspección, medición directa y, por último, revisión de informes.

II. Etapas de la Política Ambiental

La Política Ambiental se desarrolla teniendo en cuenta los hallazgos de la Revisión Inicial, los valores y las exigencias de la empresa, su relación con el personal y con instituciones externas e información relevante y adicional. La etapas comprenden: el desarrollo de la política, difundir la política e implementar la política, como la revisión y mejoramiento de la política.

Entre las consideraciones para implementar las políticas se pueden mencionar las siguientes:

- Misión, visión, valores y convicciones centrales de la organización.
- Requisitos de información entre partes interesadas.
- Mejoramiento continuo y prevención de la contaminación.
- Principios rectores e integración de sistemas de gestión.
- Condiciones específicas locales y cumplimiento de la legislación.

III. Planificación

La organización deberá formular un plan para cumplir su Política Ambiental. Para ello se requiere de:

Identificación y registro de los aspectos ambientales y evaluación de los impactos ambientales. Se entenderá por Aspecto Ambiental, cualquier elemento de las actividades, los productos y los servicios de una organización que puedan interactuar con el medio ambiente, por ejemplo, descarga de aguas de desperdicio. Por otro lado, Impacto Ambiental es cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o benéfico, total o parcialmente resultante de las actividades, los productos o los servicios de una organización.

Requisitos legales y otros requisitos: la organización debe establecer un listado de todas las leyes y los reglamentos pertinentes, los cuales deben contar con la debida difusión dentro de la empresa.

Criterio de comportamiento interno: cuando las normas externas no existan o no satisfagan a la organización, ésta deberá desarrollar criterios de comportamiento interno que ayuden al establecimiento de objetivos y metas.

Establecer objetivos y metas ambientales: estos objetivos son las metas globales para el comportamiento ambiental identificadas en la política ambiental. Las metas deben ser específicas y medibles.

Desarrollo de un Programa de Gestión Ambiental: se debe establecer un programa dirigido a la totalidad de los objetivos ambientales. Además, para lograr una mayor efectividad, la planificación de la gestión ambiental debiera integrarse al plan estratégico organizacional, es decir, un programa contiene:

- a) Una estructura administrativa, responsabilidades, organización y autoridad.
- b) Procesos de controles ambientales del negocio.
- c) Recursos (personas y sus habilidades, recursos financieros, herramientas)
- d) Procesos para establecer objetivos y metas para alcanzar políticas ambientales; procedimientos y controles operativos; capacitación; sistema de medición y auditoría; revisión administrativa y panorama general.

IV. Implementación

La organización debe desarrollar capacidades y apoyar los mecanismos para lograr la política, los objetivos y las metas ambientales, para ello, es necesario enfocar al personal, sus sistemas, su estrategia, sus recursos y su estructura.

Por lo tanto, se debe insertar la gestión ambiental en la estructura organizacional, y, además, dicha gestión debe someterse a la jerarquía que la estructura de la organización establece. En consecuencia, se hace imprescindible contar con un programa de capacitación dirigido a todos los niveles de la empresa.

Aseguramiento de las capacidades:

- Se debe disponer de recursos humanos, físicos y financieros que permitan la implementación.
- Se debe incorporar los elementos del SGA en los elementos del sistema de gestión existente.

- Debe asignarse responsabilidades por la efectividad global del SGA a una o varias personas de alto rango.
- La alta gerencia debe motivar y crear conciencia en los empleados.
- Se debe impartir educación ambiental permanentemente e incorporar criterios ambientales en la selección de personal. Además, el personal debe conocer los requisitos reglamentarios, normas internas, políticas y objetivos de la organización.

Acción de apoyo:

- Se debe establecer procesos para informar interna y externamente las actividades ambientales, más aún, los resultados de monitoreos, auditorías y revisiones deben comunicarse a los responsables ambientales.
- Debe documentarse apropiadamente (sumario de documentos) los procesos y procedimientos operacionales y actualizarlos cuando sea necesario.
- Se deben establecer y mantener procedimientos y controles operacionales.
- Deben establecerse planes y procedimientos de emergencia ambientales para asegurar la existencia de una respuesta adecuada ante incidentes inesperados o accidentes (emergencias ambientales se refieren a descargas accidentales de contaminantes a la atmósfera).

V. Medición y evaluación

Una organización debe medir, monitorear y evaluar su comportamiento ambiental,

puesto que así se asegura que la organización actúa en conformidad con el programa de gestión ambiental. Por lo tanto:

- Se debe medir y monitorear el comportamiento ambiental para compararlo con los objetivos y las metas ambientales.
- Una vez documentados los resultados del punto anterior, se deben identificar las acciones correctivas y preventivas que correspondan y será la gerencia quien deba asegurar la implementación de estas acciones.
- Se debe contar con un sistema de información y documentación apropiado, es decir, deben crearse registros del SGA -que puedan expresarse o no en un manual- que cubran: requisitos legales, permisos, aspectos ambientales e impactos, actividades de capacitación, actividades de inspección, calibración y mantención, datos de monitoreo, detalles de no conformidades (incidentes, reclamos) y seguimiento, identificación del producto: composición y datos de propiedad, información sobre proveedores y contratistas, y, por último, auditorías y revisiones de la gerencia.
- Se deben efectuar auditorías periódicas del desempeño ambiental de la empresa, con el objeto de determinar cómo está funcionando el SGA y si se requieren modificaciones. Las auditorías pueden ser efectuadas por personal interno o externo, quienes deben elaborar un informe de auditoría del SGA.

Este último punto tiene algunos procedimientos y criterios que permitirán visualizar con más profundidad la puesta en marcha de una Auditoría al SGA:

Los criterios de una Auditoría del SGA: al ejecutarse una auditoría, deben tenerse presente las siguientes preguntas: ¿está completo el SGA?, ¿se trata de un SGA adecuado a las actividades involucradas?, ¿se ha implementado bien el SGA?, ¿es adecuado para cumplir con las políticas y los objetivos ambientales de la organización?

Procedimiento de Auditoría:

Preparación de Auditoría: definición del alcance de los objetivos y recursos de la Auditoría, revisión preliminar de documentos, plan de Auditoría, asignación de equipo de Auditoría y documentos de trabajo.

Ejecución de Auditoría: reunión inicial, recolección de datos y pruebas, hallazgos de la Auditoría y reunión de clausura.

Informe de Auditoría: preparación del informe, presentación informe, distribución del informe y retención de documentos.

Aplicación de acciones, seguimiento.

VI. Revisión y mejoramiento

Junto a la Política Ambiental, esta instancia es muy importante, puesto que lo revisa y mejora continuamente el SGA y lo mantiene en un nivel óptimo respecto al comportamiento ambiental global. En este sentido, esta instancia comprende tres etapas: revisión, mejoramiento y comunicación.

➤ La revisión del SGA permite evaluar el funcionamiento del SGA y visualizar si en el futuro seguirá siendo satisfactorio y ade-

cuado ante los cambios internos o externos. Por tanto, la revisión debe incluir: revisión de objetivos y metas ambientales y comportamiento ambiental, resultados de la auditoría del SGA y evaluación de efectividad.

Además, conocer la evaluación de la política ambiental, es decir, identificación de la legislación ambiental, expectativas y requisitos cambiantes en partes interesadas, cambios en productos o actividades, avances en ciencias y tecnología, lecciones de incidentes ambientales, preferencias del mercado y la comunicación como optima manera de compartir la información .

Por lo tanto, los SGA buscan el mejoramiento continuo, el cual consiste en aquel proceso que evalúa continuamente el comportamiento ambiental, por medio de sus políticas, objetivos y metas ambientales, por lo tanto, debe tener en cuenta lo siguiente:

Identificar áreas de oportunidades para el mejoramiento del SGA conducentes a mejorar el comportamiento ambiental.

Determinar la causa o las causas que originan las no conformidades o deficiencias.

Desarrollar e implementar planes de acciones correctivas para tratar causas que originan problemas.

Verificar la efectividad de las acciones correctivas y preventivas.

Documentar cualquier cambio en los procedimientos como resultado del mejoramiento del proceso.

Hacer comparaciones con objetivos y metas.

Por consiguiente, la comunicación externa adquiere relevancia, dado que es conveniente informar a las partes interesadas los logros ambientales obtenidos. De esta forma se demuestra el compromiso con el medio ambiente, lo cual genera confianza en los accionistas, los bancos, los vecinos, el gobierno, las organizaciones ambientalistas y los consumidores. Este informe debe incluir la descripción de las actividades en las instalaciones, tales como procesos, productos, desechos y otros.

Descrita toda la gama de herramientas, funciones y mecanismos que le permiten a una empresa u organización implementar los Sistema de Gestión Ambiental (SGA), estos sistemas de gestión no son una camisa fuerza, pero sí son lineamientos básicos que guían para fomentar la gestión ambiental; claro que todos los parámetros son sugeridos para empresas que han desarrollado una organización bien definida, y no para medianas y pequeñas empresas que carecen de presupuesto para establecer sus sistemas de gestión ambiental, lo anterior implica, que las pequeñas empresas deben innovar algunos parámetros y adaptarlos a las circunstancias específicas de las empresas, buscando mostrar su interés por preservar el medio ambiente y causar el menor impacto posible.

En resumen, se puede decir que los sistemas de gestión ambiental deben contemplar dos objetivos. Por una parte, administrar los recursos naturales y, por otra, disponer de estrategias de acción

que contemplen las consecuencias implícitas de transformación y uso del producto y las implicaciones de subproductos que puedan generarse, como residuos y contaminantes. La gestión ha de considerarse a las diferentes escalas del entorno del ser humano: el hogar, la empresa, el campo, la ciudad, el mar, las costas, el país, la región, el planeta, y reconocer, en cada uno de ellas determinados valores y variables de referencias. El Sistema de Gestión Ambiental tiene como objetivo definir y llevar a la práctica la política medioambiental más adecuada a la actividad, productos o servicios, dirigida a prevenir o minimizar los efectos medioambientales negativos, asegurar la aptitud del sistema para su control y posibilitar la demostración de esta aptitud.

También, la serie de Normas ISO 14000 le sugieren a la empresa una serie de procedimientos de gestión medioambiental que le permiten asegurar a sus clientes una mejora continua de sus productos y servicios, así como desempeñar una función social significativa, con la programación de soluciones para lograr una gestión ambiental adecuada en el marco del desarrollo sostenible. El diagnóstico medioambiental, constituye el paso previo para la implantación de un sistema de gestión medioambiental ya que el mismo tiene como objetivos: identificar si la empresa cumple con la legislación medioambiental aplicable, evaluar los efectos medioambientales de la empresa y su situación respecto al desarrollo de un sistema de gestión medioambiental conforme a la ISO 14001, elaborar planes de emergencia y con base en los resultados formular las estrategias medioambientales.

3.2. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

Actualmente, para agilizar y optimizar la gestión ambiental, en proyectos que implican las ciencias de la Tierra, existe en el mercado una herramienta denominada Sistema de Información Geográfica (SIG), que facilita el análisis de información espacial, como mapas, datos numéricos y geográficos para hacer pronósticos y simulaciones de un proyecto minero, pronósticos meteorológicos o diseños de obras civiles, antes o después de realizarse, que favorece la toma de decisiones justas y equilibradas para el entorno social y el medio físico. Por esto, se amplían, a continuación, algunas definiciones y características de los SIG, a manera de preámbulo, ya que para un perfecto manejo, se requiere de formación académica especializada y experiencia en casos reales.

Los SIGs se diferencian de otros sistemas computarizados o sistematizados, que involucran la noción de procesamiento de datos espaciales asociado con procesamiento de datos no espaciales. Además, se consideran como tecnología de integración, ya que mientras otros pueden ser utilizadas sólo para analizar imágenes de satélite y modelos estadísticos o para diseñar mapas, los SIG ofrecen todas las anteriores capacidades, y, adicionalmente, el análisis de los datos geográficos dentro de un flujo común, lo que permite la integración de diversas disciplinas (IGAC, 1998).

De otra manera, se define como un conjunto de metodologías y herramientas que actúan lógica, coordinada y sistemáticamente para almacenar, desplegar datos espaciales de tal modo que sirva como in-

formación base para la toma de decisiones. El SIG es una herramienta de apoyo a los procesos de planificación y ordenamiento territorial. Su desarrollo y puesta en marcha involucra una serie de operaciones relacionadas que van desde el proceso de obtención, almacenamiento y análisis de datos hasta la generación de los productos síntesis que apoyan el proceso de toma de decisiones relativas al desarrollo territorial. Actualmente, los SIGs dan soporte a las actividades que implican gestionar y tratar información espacial, lo cual comprende tanto datos geográficos como datos alfanuméricos que permiten identificar las características y los atributos de los objetos situados sobre la Tierra.

Un Sistema de Información Geográfica tiene como propósito integrar datos georreferenciados, además de realizar procesos de análisis que se pueden ejecutar sobre ellos para obtener nueva información; además, concurren diversas disciplinas dentro del flujo de una relación multitemática para el desarrollo de proyectos (IGAC, 1998).

Para estructurar un SIG se requieren los siguientes componentes:

- Sistémico
- Informático
- Geográfico
- Gerencial

Entre las utilidades de los Sistemas de Información Geográfica se pueden citar las siguientes:

- Un SIG sirve como herramienta de gestión ambiental y análisis para las entidades y personas tomadoras de decisiones, los entes territorial y nacionales.

➤ **Análisis no espaciales:** no requiere tratar datos relacionados con la localización geográfica.

➤ **Análisis espaciales:** requiere manejar coordenadas de localización espacial o información georreferenciada.

➤ **Integración de datos:** implica la utilización de diversos conjuntos de datos.

Un S.I.G., responde a diferentes preguntas como:

- **Localización:** ¿qué hay en? o ¿dónde está?
- **Condición:** ¿dónde se produce tal circunstancia?
- **Historia:** ¿qué cambios se han producido desde?
- **Modelamiento:** ¿qué pasaría si?
- **Causa:** ¿porqué ocurre?

Instrumentos de un Sistemas de Información Geográfica

Un SIG está integrado por un conjunto de instrumentos y métodos especialmente dispuestos para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar información espacial georreferenciada del mundo real. El conjunto de instrumentos y procedimientos organizados proporcionan información útil para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo de la gestión ambiental.

Además, un sistema de información está compuesto por un conjunto organizado de

elementos como lo son: personas, actividades, datos, redes y tecnología, dirigidos a recoger, procesar, almacenar y distribuir información de manera que pueda ser utilizada por las personas adecuadas de modo que desempeñen sus actividades de modo eficaz y eficiente.

Las personas son los usuarios directivos y miembros del grupo que administra, maneja el sistema de información y recibe la información para tomar decisiones, mantenerse al tanto de los recursos y para planificar el futuro.

Las actividades son los procesos de datos y generación de información que apoyan el funcionamiento de la organización. Métodos utilizados por las personas y las tecnologías para desempeñar su trabajo.

Los datos son la materia prima empleada para crear información útil. Todo aquello (número, texto, imagen, voz) que el sistema captura, procesa, almacena y distribuye.

La tecnología corresponde con los recursos de hardware y software requeridos para capturar almacenar, procesar, comunicar y manejar la información, empleado en las tareas del sistema.

Las redes son estructuras de distribución de las computadoras y los periféricos de manera que puedan intercambiar datos y compartir recursos tecnológicos.

Principios fundamentales de los sistemas de información

Los sistemas de información deben cumplir con los siguientes principios fundamentales:

- Apoyo a toma de decisiones. La información manejada debe apoyar los procesos de toma de decisiones en el ámbito institucional y local del proyecto en sí.
- Accesibilidad. La información y las aplicaciones a desarrollar deben ser de fácil acceso para los diferentes usuarios.
- Enfoque en el usuario. Las soluciones proporcionadas deben estar enfocadas a los requerimientos de los usuarios finales.
- Consistencia. El tratamiento dado a la información debe ser congruente y conforme a los requerimientos solicitados, y mantener la integridad de la información.
- Modularidad. Los desarrollos se deben realizar en arquitecturas modulares con interfaces estandarizadas.
- Conformidad. Los desarrollos y las adquisiciones se deben basar, hasta donde más se pueda en los estándares técnicos y comerciales disponibles.
- Medición. Se debe permitir la evaluación del desempeño de las aplicaciones y de los recursos.
- Intercambio. Una vez capturada la información, ésta debe almacenarse e intercambiarse, con el uso de medios electrónicos.
- Simplicidad. Las aplicaciones a desarrollar deben ser de fácil entendimiento para los usuarios finales.
- Seguridad. En las aplicaciones que sea necesario, se debe considerar la confidencialidad y la privacidad de la información que así lo requiera.
- Multiformas. Las aplicaciones deben contemplar el acceso a diferentes formatos o tipos de información (datos, textos, sonidos, imágenes y videos).
- Administración. La integridad (calidad, confiabilidad y seguridad) de los datos debe tener responsables dentro de la organización.
- Flexibilidad. El sistema debe ser susceptible de ampliación según las necesidades requeridas.

Como se puede deducir, de las definiciones anteriores, los SIGs son una herramienta versátil que facilita en tiempo real y espacial la toma de decisiones en la gestión ambiental, por lo tanto, lo ideal es que todo proyecto debiera tener un sistema de información geográfico, para agilizar la opciones o alternativas antes y después de realizar un proyecto. Además, facilitan la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

La aplicación de los SIGs, en ciencias de la Tierra, es variado, especialmente los relacionados con la elaboración de los mapas de amenazas naturales, estabilidad de pendientes y deslizamientos, zonificación de peligros de terremotos, impactos de erupción volcánica, peligro de inundación de ríos y tsunamis, erosión costera, impacto de contaminación como resultado de la actividad minera o industrial, evaluación de depósitos minerales, calentamiento global, selección de sitios para proyectos in-

geniería, tales como depósitos de desechos, oleoductos, rutas de carreteras y vías férreas, presas y edificios.

Entonces, como bien se reseña, para abordar la gestión ambiental y hacerla ágil y versátil, es necesario fomentar la utilización de los sistemas de información geográfica, para generar resultados e información jus-

to a tiempo, y así evitar o mitigar los impactos que se puedan presentar con el desarrollo de un proyecto. Sin embargo, se requiere preparar personal en el uso de esta herramienta, debido a que se requiere de computadoras de gran velocidad y capacidad para almacenar información gráfica y texto, como programas sofisticados para manipular la información almacenada.

4. COMPONENTE SOCIAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Para que la gestión ambiental sea plena y democrática, se debe buscar de manera efectiva la participación ciudadana. Los profesionales de las ciencias de la Tierra deben entender que sus actividades no están por fuera de un contexto social y que cualquier investigación o decisión en su campo de acción, repercute inmediatamente en la sociedad civil, ya sea para beneficiarla o afectarla. Por lo tanto, debe estimular la participación ciudadana en todos los proyectos que desarrolle, para que sus propuestas y resultados sean sopesados antes, durante y después por la comunidad y así resolver y mitigar los conflictos que se vayan presentando en el transcurso del proyecto.

4.1 LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

Los mecanismos de participación ciudadana que se pueden utilizar en la gestión ambiental de los recursos naturales, uno de los objetos de estudio de las ciencias de la Tierra, está establecida en la Ley 134 del 31 de mayo de 1994, donde en el Título I en su Artículo 1 la define en los siguientes términos: "La presente ley estatutaria de los mecanismos de participación del pueblo regula la iniciativa popular legislativa y normativa; el referendo; la consulta popular, del orden nacional, departamental, distrital, municipal y local; la revocatoria del mandato; el plebiscito y el cabildo abier-

to". Además, establece las normas fundamentales por las que se rige la participación democrática de las organizaciones civiles.

La regulación de estos mecanismos no impide el desarrollo de otras formas de participación ciudadana en la vida política, económica, social, cultural, universitaria, sindical o gremial del país ni el ejercicio de otros derechos políticos no mencionados en ley.

De acuerdo con lo anterior, para la participación ciudadana se requiere de tres aspectos principales:

- Un sistema de información sincero, objetivo y transparente sobre los proyectos que afectan al medio ambiente y que esa información esté al alcance de todos los ciudadanos. Pero especialmente en la Constitución Nacional, Artículo 23, 88 y 78, y en la Ley 99 de 1993, Artículo 72, de las audiencias públicas administrativas sobre decisiones ambientales en trámite; Artículo 74, derecho de petición de información; Título XI, Artículo 77, de la acción de cumplimiento en asuntos ambientales contemplados.
- Prever la participación ciudadana en el proceso de toma de decisiones por parte de las autoridades estatales a través de la prestación de observaciones y comentarios populares o la apertura de encuestas públicas. Decreto 1600 del 27 de junio de 1994, Artículo 2, numeral 45, Artículo 69 y 72.

- Otorgar a los ciudadanos o a las asociaciones legitimación para intervenir en procedimientos administrativos para defender sus intereses o para ejercitar acciones o interponer recursos contra decisiones administrativas que tengan efectos adversos sobre el ambiente.

Es importante, igualmente, que la ciudadanía conozca los instrumentos que le otorga la Constitución para el control y la vigilancia de la gestión ambiental, de manera que pueda acudir ante los organismos a los que la carta les atribuye la vigilancia y la defensa de estos intereses, y entre ellos, de manera especial, la Procuraduría General de la Nación que, de acuerdo con el Artículo 277 de la Constitución Política, debe crear una oficina especializada en asuntos ambientales, y también la Defensoría del Pueblo en consonancia con lo que prescribe el Artículo 282 de la carta, y formular ante ellas las denuncias respectivas cuando los funcionarios en cargos de la tutela ambiental no cumplan, por acción u omisión, con las tareas a ellos encomendadas por la Constitución o la Ley (Rodas, 1.997).

Otro avance de la participación ciudadana es a partir de las organizaciones civiles, que valiéndose de convenios internacionales y de mecanismos de autorregulación cultural, apoyan la conservación del patrimonio natural de la nación, aun en momentos en los que lo ambiental no era prioridad para el Estado. Ahora, cuando diversas instancias constitucionales permiten un mayor juego de la sociedad en las decisiones del Estado, el papel de las organizaciones sociales es más importante como de hecho lo demuestran recientes experiencias.

La construcción de una sociedad civil cada vez más consciente de sus derechos y de-

beres encuentra en el componente ambiental un buen aliado y a su vez constituyen una de las estrategias más importantes para la defensa de la biodiversidad y el medio ambiente, que son patrimonio colectivo. El gobierno debe apoyar la creación y la consolidación de las organizaciones sociales del país, como un mecanismo que hace posible la convivencia pacífica, la conservación de los recursos naturales, el control de desordenes ambientales y la legitimación de procesos institucionales que facilitan el logro del complejo desarrollo humano sostenible.

En conformidad con los anteriores argumentos, una propuesta de programa de información y comunicación hacia la comunidad y las instituciones y organizaciones (Guía Ambiental, MMA, 1998), implicadas en el desarrollo de un proyecto, donde se va a explotar un recurso mineral o realizar una obra civil, se presenta a continuación.

Primero es necesario especificar los objetivos:

- Informar y comunicar a los actores institucionales, organizaciones, personal vinculado a la obra y a la población, en general, para que conozca el proyecto, sus implicaciones ambientales y el plan de manejo ambiental (PMA) formulado para mitigación, compensación, prevención y control de impactos.
- Conocer dudas, expectativas e inquietudes que tengan las institucionales, las organizaciones, el personal vinculado a la obra y la población, en general.
- Comprometer socialmente a la población con las actividades y del plan de manejo

ambiental (PMA), con el objeto de aplicar las normas de participación ciudadana.

- Manejar los conflictos que se presentan por el desconocimiento de las actividades asociadas al proyecto.

Entre los impactos a manejar en la comunidad con el desarrollo de un proyecto minero o de obra civil, se pueden mencionar los siguientes:

- Generación de molestias por el paso de maquinaria y personal.
- Aumento de expectativas y presencia de tensiones y conflictos con los pobladores.
- Generación de empleo. Y diversificación de alternativas de empleo.
- Cambios en el uso actual del suelo.
- Conflictos de intereses políticos y fiscales.
- Generación de expectativas y presencia de tensiones y conflictos entre los entes administrativos locales, regionales, organizaciones presentes en el área de influencia del proyecto.
- Demanda de infraestructura de servicios públicos.
- Requerimientos de servicios en el sector terciario de la economía.
- Sobrevaloración de predios.

Las acciones a tomar, para amortiguar los impactos, están dirigidas principalmente a tres sectores o actores: comu-

nidades directamente afectadas por las actividades propias del proyecto, a las autoridades, organizaciones y otros agentes institucionales, y al personal directamente vinculado a la obra. Algunas acciones se describen a continuación:

- Precisar y desarrollar los contenidos que serán transmitidos a la comunidad.
- Especificar la información relacionada con: área de influencia, aspectos técnicos y económicos, estado de gestión ambiental desarrollada, manejo de impactos y participación de los pobladores, contribución del proyecto u obra al desarrollo de región, mecanismos para la vinculación laboral, mecanismos de co-gestión y concertación aplicables en el caso de ocurrencia de conflictos, imprevistos o accidentes.
- Definir mecanismos e instrumentos para cumplir con los objetivos propuestos, contacto directo o individual, emisoras locales, talleres, publicaciones y las convocatorias colectivas, entre otros.
- Definir canales de flujo de información y comunicación entre las instituciones, las organizaciones, la comunidad y los responsables de compilar la información.
- Establecer los espacios más adecuados para la aplicación de mecanismos e instrumentos definidos (comités, consejos municipales, reuniones de organizaciones comunitarias y otros.)
- Evaluar, conjuntamente con los actores, la efectividad de las medidas propuestas.

Se puede concluir de este capítulo, que sin la participación ciudadana y la comunidad no se puede gestionar ningún proyecto u obra civil, ya que ellos son los principales afectados o beneficiados. Entonces, para planificar un proyecto en un área determinada del país, ya sea indígena o de negritudes, o cualquier comunidad, se debe tener como prioridad el entorno social donde se va desarrollar, para evitar los conflictos que se puedan presentar.

Otra manera de participación ciudadana se contempla en La Ley 99/93, en su Artículo 72, del Título X, donde se explica de manera clara la participación ciudadana a partir de las audiencias públicas sobre decisiones ambientales. En general, el artículo se expresa en los siguientes términos:

El procurador general de la Nación o el delegado para Asuntos Ambientales, el Defensor del Pueblo, el ministro del medio Ambiente, las demás autoridades ambientales, los gobernadores, los alcaldes o, por lo menos, cien (100) o tres(3) entidades sin ánimo de lucro, cuando se desarrolle o pretenda desarrollar una obra o actividad que pueda causar impacto al medio ambiente o a los recursos naturales renovables, y para lo cual se exija permiso o licencia ambiental conforme a la ley o a los reglamentos, podrán solicitar la realización de una audiencia pública que se celebrará ante la autoridad competente para el otorgamiento del permiso o la licencia ambiental respectiva.

El artículo continúa diciendo que la audiencia se celebrará con anticipación al acto que le ponga término a la actuación administrativa, bien sea para la expedición, la modificación o la cancelación de un permiso o licencia ambiental.

La audiencia pública será convocada por la autoridad administrativa ante la cual se solicita, mediante edicto, con una anticipación de por lo menos 30 días a la toma de la decisión a debatir. El edicto comunicará la fecha y la hora de celebración y el objeto de la audiencia. Será presidida por el jefe de la entidad competente o su delegado. El edicto permanecerá fijado en la secretaría por 10 días, dentro de los cuales deberá ser publicado en un diario de circulación nacional y en el boletín de la respectiva entidad.

En la audiencia pública podrán intervenir un representante de los peticionarios, los interesados, las autoridades competentes, expertos y organizaciones sin ánimo de lucro que hayan registrado con anterioridad escritos pertinentes al debate, y de la misma se levantará un acta. En la audiencia podrán recibirse las informaciones y pruebas que se consideren conducentes. La decisión administrativa deberá ser motivada teniendo en cuenta las intervenciones y pruebas recogidas durante la audiencia.

La celebración de la audiencia suspende los términos del procedimiento administrativo para el otorgamiento de licencias o permisos y se hace sin perjuicio de las facultades atribuidas a la autoridad competente para expedir el acto administrativo correspondiente.

También podrá celebrarse una audiencia pública, durante la ejecución de una obra que haya requerido permiso o licencia ambiental, cuando fuere manifiesta la violación de los requisitos exigidos para su otorgamiento o de las normas ambientales.

4.2 CONSIDERACIONES SOCIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL

En realidad, la gestión ambiental, a nivel social y económico, ofrece una enorme cantidad de posibilidades y oportunidades, y simultáneamente presenta una gran cantidad de dificultades y problemas para poder aprovechar las oportunidades que abre.

Entre las dificultades se encuentra el desconocimiento de nuestra realidad etnogeográfica y de las riquezas de la biodiversidad. Colombia aún, en los albores del siglo XXI, sigue siendo una incógnita. Por lo tanto, es necesario desarrollar programas de investigación que permitan conocer nuestra realidad para poder aprovecharla. La política de ciencia y tecnología debe dar prioridad a la investigación, de nuestro patrimonio natural y a la conservación de la biodiversidad en productos tropicales que tengan valor en el mercado.

El desconocimiento no se sitúan exclusivamente en el campo científico o tecnológico, sino, también, en la pésima relación que ha existido en Colombia y el mundo, entre hombre - naturaleza, para lo cual se necesitan cambios culturales profundos que deben darse por medio de procesos educativos con una amplia participación de las ONGs, que deben abarcar desde las más elementales conceptos aprendidos en el hogar y en la escuela para una convivencia armónica con el entorno hasta la formación de científicos e investigadores que hagan posible iniciar el camino hacia el desarrollo sostenible. Así será posible aprender a entender y amar la naturaleza para poder gestionar su desarrollo racionalmente.

Otra consideración es la internacionalización de la economía y la utilización de los recursos naturales, que obligan a desarrollar un ambicioso programa de construcción y modernización de la infraestructura nacional que deberá hacerse aplicando las normas y los requisitos ambientales, como de educación, para que estas obras no contribuyan a la destrucción del medio, tal como ha ocurrido hasta el presente.

También, los programas de reconversión industrial y del agro implican la importación de tecnologías que vayan más allá de una simple transferencia de capitales, y que se debe aprender a hacer desde la solución, la adaptación y la apropiación de las diversas alternativas tecnológicas, hasta la negociación en las mejores condiciones para el país.

Pero es fundamental comprender que todo este proceso de gestión ambiental se desenvuelve en un contexto social. En buena medida, las causas de las profundas crisis ambientales que sufre el país deben encontrarse en el campo de lo social. La pobreza, la injusticia y la inequidad en la distribución del ingreso y de las oportunidades son factores dinamizantes de los procesos de deterioro ambiental y, por lo tanto, la política ambiental debe estar estrechamente relacionada con las políticas sociales y económicas.

Es, por lo tanto, es importante que la inversión social y la generación de empleo busque una sociedad más igualitaria como herramienta para buscar formas propias del desarrollo sostenible.

Hasta el momento se cuenta con el nacimiento y el proceso de estructuración de un pluricéntrico sistema nacional ambien-

tal que propende por un nuevo modelo de desarrollo. El Plan Nacional de Desarrollo Sostenible "ya que ha sido formulado, pero está por formularse hasta qué punto el SINA, en su conjunto, logra desarrollar métodos astutos de concertación con los diferentes sectores comprometidos con el crecimiento económico colombiano" y descubrir el camino y los proyectos que coadyuven a la construcción del desarrollo sostenible en Colombia.

Se podría argumentar, sin temor a equivocarse, que hasta el momento existen dos logros fundamentales por parte del sector ambiental colombiano; uno, es haber posicionado el "tema ambiental" en el contexto nacional, y dos, el haber formulado un marco de referencia coherente con el fin de abordar la problemática ambiental colombiana. Entonces, en la puerta de la construcción metodológica de la acción ambiental, ¿cuál es el camino?

La situación de la gestión ambiental en Colombia puede ser ejemplo de las dificultades que encuentra esta gestión cuando confronta problemas sociales de alguna magnitud y es entonces tratada como algo marginal, como una escenografía que debe mantenerse para cumplir formalismos internacionales. ¿Cómo puede el ambientalismo salir del formalismo institucional y ser visto como una fuente de soluciones innovadoras? ¿Cómo dejar de ser visto como simple protector de árboles y de aves y como opositor a la protección y al aumento de la calidad de vida de los seres humanos? (Carrizosa, ¿Que es el ambientalismo?, en El Espectador, 22 - 07-2001).

En realidad, no se puede asegurar que las reformas estructurales y las políticas eco-

nómicas son la principal causa de los actuales niveles de desigualdad social en América Latina; esta desigualdad tiene raíces muy profundas que están asociadas muy especialmente a la gran disparidad en la distribución del capital y de la riqueza, sin embargo, y pese a tener efectos positivos sobre el crecimiento, la liberalización económica y la globalización, han aumentado el desafío de obtener la equidad y la polarización del ingreso. Por ello es preciso implementar distintas formas de crecimiento que permitan un mejor reparto de los beneficios teniendo en cuenta que las disparidades sociales no son necesariamente un agregado del modelo organizacional implementado de la actividad productiva, sino una circunstancia de éste.

Los países latinoamericanos deben preparar un camino, donde se tome conciencia de los problemas económicos y sociales que los aquejan, y buscar las herramientas necesarias para salir del estancamiento y niveles bajos de producción, de vida, de educación, de pobreza, de violencia, de degradación del medio natural y de otras externalidades que en realidad son las que afectan el crecimiento económico de estos países; por ende, si no se implementan los correctivos correspondientes, en el futuro no será posible tener un mejoramiento relativo a esta problemática sin realizar cambios más profundos en las estructuras de las economías regionales.

La degradación que presenta en estos momentos el medio ambiente tiene mucho que ver con la expansión comercial y la industrialización de las empresas en todo el planeta, ya que a la mayoría de éstas no les importa lo que pueda pasar con el medio de donde adquieren los recursos para la

producción de sus bienes, mucho menos les importará como renovarlos, lo único importante para ellos es la obtención de utilidad sin importar el daño que se la haga a terceros. Pero por otro lado, la sociedad, en general, empezó a tomar conciencia de lo nefasto que podría llegar a ser que estos recursos que brinda la naturaleza sean destruidos y aniquilados por la satisfacción de la ambición de unos pocos; ahora, lo que queda, es realizar un compromiso de la humanidad que relacione de manera equitativa los factores económicos, sociales, morales y políticos, formar una cultura ecológica, procurar buscar el beneficio colectivo antes que el propio, y trabajar sobre metas comunes que podrían llegar a implementar las políticas necesarias para lograr el crecimiento de la economía, sin afectar el medio ambiente.

En cuanto a las políticas implementadas, la liberación y la expansión del comercio puede contribuir a la protección del medio ambiente y al "desarrollo sostenible", siempre y cuando las exterioridades ambientales sean completamente interiorizadas en los costos de producción y comercialización de los bienes y se difundan las tecnologías limpias más que las técnicas de limpieza, de igual forma, es indispensable el abandono de las políticas subsidiarias y arancelarias proteccionistas para aumentar la eficiencia del mercado y el bienestar de las naciones en vía de desarrollo. Para ello es necesario que exista un adecuado nivel de información que sea claro, unificado y comprensible, que todos los que necesiten de utilización tengan fácil acceso a su consulta; para ello se debe implementar un plan de cuentas o una contabilización de estos fenómenos que expliquen de manera eficaz el comportamiento de los agregados

económicos que influyen en el medio ambiente, para así asegurar el crecimiento necesario para salir del umbral del "subdesarrollo".

Por lo tanto, es necesario repensar nuestros modelos de desarrollo, dentro de una perspectiva que integra los intereses de las comunidades humanas, el medio ambiente y el desarrollo, impone un nuevo reto a los paradigmas tradicionales centrados en valoraciones parciales de las relaciones entre el hombre y la naturaleza. Durante siglos, la humanidad ha luchado contra la naturaleza y, después de haberle provocado daños irreparables, ha comprendido que la naturaleza constituye la base física de su propia existencia. En este sentido, las ciencias sociales tienen la responsabilidad de contribuir a que se comprenda que la solución de los problemas ambientales tiene una dimensión científico técnica, pero que es limitado el análisis si no se contempla el contenido ético y social de la problemática ecológica.

Finalmente, si se integran las preocupaciones relativas al medio ambiente y al desarrollo, se podrán satisfacer las necesidades básicas, elevar el nivel de vida de todos, y obtener una mejor protección y gestión de los ecosistemas para lograr un futuro más seguro y más próspero. Por otro lado, la realidad de la gestión pública no se encuentra mediada por el núcleo articulador de la sustentabilidad en el tiempo, es irregular e ineficiente, por ende, es reactivo más no preventivo. Las políticas públicas son segmentarias; casi existe una relación inversamente proporcional entre cobertura y calidad. Si hay un aceptable grado de cobertura, va en desmedro de la calidad; y si se localiza la calidad en lo óptimo, exigua-

mente alcanza para un lugar determinado, y descuida así el fin en cuanto a cobertura. Por otro lado, si se cuenta con recursos suficientes, no pueden dirigirse a una solución integral de las demandas en su conjunto. Si se dota el sector salud, no queda dinero para el educativo, para infraestruc-

tura deportiva o la red vial. El reordenamiento frecuente y coyuntural de las prioridades por orden de urgencia genera la improvisación en la ejecución de los presupuestos, con lo cual pierden consistencia los paquetes de medidas y planes estratégicos que conforman las políticas oficiales.

5. COMPONENTE ECONÓMICO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Este componente económico, comprende costos, créditos, ayudas, tasas y estímulos fiscales que promueve el Estado para implementar la gestión ambiental en los diferentes sectores industriales que conforman su actividad económica. Para las ciencias de la Tierra, este componente es necesario conocerlo porque a partir de éstos se pueden obtener ayudas o estímulos fiscales para realizar las diferentes investigaciones que tienen que ver con el medio físico (geología, atmósfera, oceanografía, procesos de beneficio de minerales, entre otros.)

Por lo tanto, para incorporar el componente económico como instrumento de gestión ambiental, y reemplazar la hasta hoy ineficaz función del Estado como mero administrador policivo del ambiente y los recursos naturales, se buscará, mediante la adopción de incentivos, restricciones y precios, una gestión más efectiva. Si la estructura de precios internacionaliza los costos ambientales y los recursos naturales dejan de considerarse como bienes de libre acceso, se logrará que los productores y consumidores dirijan sus formas de producción y hábitos de consumo hacia procesos y bienes ambientalmente menos costosos.

Entre otras medidas, el gobierno dará señales económicas claras para orientar el consumo de energía hacia fuentes ambientalmente sanas; el precio de los energéti-

cos internacionalizará los costos ambientales asociados con su generación, distribución y consumo, el sistema de tasa por aprovechamiento forestal se adecuará a los efectos e impactos de tal actividad; y los procesos industriales se orientarán gradualmente hacia menores costos ambientales y hacia una mayor competitividad nacional e internacional.

De otra parte, la descentralización de la gestión ambiental, que es un factor decisivo para la eficacia en la protección de los recursos, debe acompañarse de una descentralización fiscal real; por esto, con la reforma institucional, que pretende radicar el manejo ambiental de las regiones en las corporaciones autónomas, se requiere un fortalecimiento económico, y de ahí la importancia de atribuirles una participación junto a los municipios en el gravamen o la propiedad inmueble.

Destinar estos recursos económicos a la protección ambiental obedece a postulados del desarrollo sostenible, pues se trata de reinvertir en la naturaleza parte de la ganancia obtenida por la riqueza que ella brinda. El fondo de regalías representa, en síntesis, un acto de justicia para las futuras generaciones al entregarles parte de los beneficios de los actuales aprovechamientos y al proveer los medios para la recuperación del deterioro causado por las actividades productivas del presente.

Retomando, la Ley 29 de 1993 establece otros medios importantes de financiación como: tasas retribuidas y compensatorias que deben pagar quienes desarrollen actividades lesivas del entorno; las empresas generadoras de energía eléctrica transferirán el seis por ciento de las ventas brutas a corporaciones autónomas regionales y municipios para la defensa de las cuencas hidrográficas y de protección de recursos. Además, se crea el fondo nacional ambiental, FONAM, como un sistema especial de manejo de cuentas del Ministerio del Medio Ambiente, con personería jurídica y patrimonio independiente, instrumento financiero de apoyo a la ejecución de las políticas ambientales y de manejo de los recursos renovables.

La puesta en práctica de estos instrumentos financieros debe ayudar a superar los desequilibrios existente en el país en materia de inversión en programas ambientales, pues, según patrones internacionales, el país debería invertir el cero punto cinco por ciento del PIB en la gestión de los recursos naturales, pero esta inversión apenas alcanza el cero punto tres por ciento y gran parte de la misma se dedica al pago de burocracia (Rodas, 1997).

Otro punto importante es la dimensión internacional de los asuntos ambientales, donde se discute la posición, no sólo colombiana, sino de la mayor parte de los países del tercer mundo, en las negociaciones Norte Sur, para la adopción de diferentes mecanismos que contribuyan a frenar los graves problemas ecológicos globales. En efecto, los países en desarrollo optan hoy por el concepto de "deuda ecológica", para exigir a los países desarrollados una participación más activa en la solución de pro-

blemas ambientales globales y la conservación de los recursos naturales en los países menos desarrollados.

Este concepto de deuda ecológica implica una mayor transparencia de recursos y tecnología de los países ricos a los menos desarrollados, y tiene una doble fundamentación. Por un lado, constituye el pago de la deuda ecológica contraído con el planeta por los países altamente industrializados, ya que son ellos los principales responsables de los graves problemas ambientales de carácter global. Y, por otra parte, constituye un pago por los servicios ambientales prestados por los países en desarrollo a la totalidad del planeta, tales como son la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

Infortunadamente, ésta será una deuda difícil de cobrar, por el poder económico y político de los deudores, y por cuanto han demostrado que anteponen sus intereses inmediatista a los compromisos reales por mejorar las condiciones sociales y ambientales de los países subdesarrollados. Estas operaciones se hicieron tristemente reales en la famosa cumbre de Río de Janeiro (1997) y, cinco años después, en la reunión de New York, sobre la evaluación de desarrollo sostenible, donde se concluyó que el abismo entre declaraciones y la realidad, cada día es más inquietante y los compromisos reales y efectivos de los países ricos para aumentar su ayuda al desarrollo y para reducir el monto de la deuda externa fuera un fracaso.

Por lo tanto, en la realidad, el derecho ambiental internacional tiene un profundo contenido simbólico que genera apatía y escepticismo, pues sus objetivos y progra-

mas son raramente llevados a la práctica y los países del sur carecen de unidad y capacidad de negociación para posesionar las soluciones.

De acuerdo con las disertaciones anteriores, del componente social y económico, se vislumbra que el terreno para implementar la gestión ambiental no es plano, sino que tiene muchas protuberancias que superar, dadas las diferentes situaciones de desarrollo de los países, y particularmente Colombia, donde se está atravesando por conflictos de orden político complicados, ajustes fiscales, desempleo y pobreza, cierta confusión de las normas ambientales que pro-

mueve, lo cual dificulta en parte una gestión ambiental de sus recursos naturales no renovables.

Teniendo ya una idea de los componentes legales, administrativos, sociales y económicos de la gestión ambiental, estos componentes no se dan independientemente, sino, que deben estar directamente relacionados unos con otros, para que se dé un equilibrio dinámica entre ellos, y así se estimulen e implementen políticas por parte del Estado y del gobierno para buscar la sostenibilidad del desarrollo y los recursos naturales como objetivo primordial de la gestión ambiental.

6. LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RECURSOS MINERALES

Debido a que uno de los objetivos de las ciencias de la Tierra es la investigación de los recursos minerales, desde aspectos como origen, evaluación de reservas minerales y explotación, lo cual implica una alteración del medio abiótico con impactos ambientales significativos, que modifican el entorno social y económico de la región donde se presentan los yacimientos minerales, es necesario tener una metodología o lineamientos jurídicos, administrativos, sociales y económicos, como los indicados en los capítulos anteriores, los cuales conducen a un racional beneficio de estos recursos, y buscan el equilibrio dinámico entre los componentes sociales y el medio ambiente. Por lo tanto, la exploración y la explotación de los recursos no renovables deben acogerse a un sistema de gestión ambiental, como el propuesto por el Ministerio del Medio Ambiente, el Código de Minas, ISO 14000 y las diferentes políticas que promueve el Estado; a continuación se pretende hacer una breve exposición de los puntos principales a tener en cuenta en la gestión ambiental de los recursos minerales.

La explotación y el aprovechamiento de los recursos minerales, dentro de una política global de desarrollo industrial, y, al mismo tiempo, la preservación del medio ambiente, debe realizarse con el concurso de una serie de factores que coadyuvan a la obtención de esos objetivos y, en definiti-

va, que permitan la gestión del sector minero con una visión racional e integrada.

Para Colombia, las políticas y la normatividad de la gestión de los recursos minerales está a cargo de los ministerios de Minas y Energía, y Medio Ambiente; igualmente, para cumplir con los requisitos de gestión ambiental, se tiene como fundamentos el Código de Minas, Código Nacional de los Recursos Naturales y las diferentes reglamentaciones ambientales que establecen los ministerios antes citados, para la exploración y la explotación de los recursos naturales no renovables, como son las guías y cartillas, entre otros.

Cuando se aborda la planificación y la gestión de los recursos minerales, es valioso determinar el marco regional geológico y de explotación, conocer las políticas de Estado para el sector; informarse de la relación entre zonificación minera y el Plan de Ordenamiento Territorial municipal, la determinación de las necesidades del mineral en la región, como de los análisis de alternativas de uso posterior al cierre del proyecto minero.

A manera de síntesis, del análisis de la información bibliográfica, para el presente documento, se logró diseñar el esquema de la Figura 1, donde se observa cómo la gestión ambiental de los recursos no renovables está articulada por los diferentes componentes que la conforman.

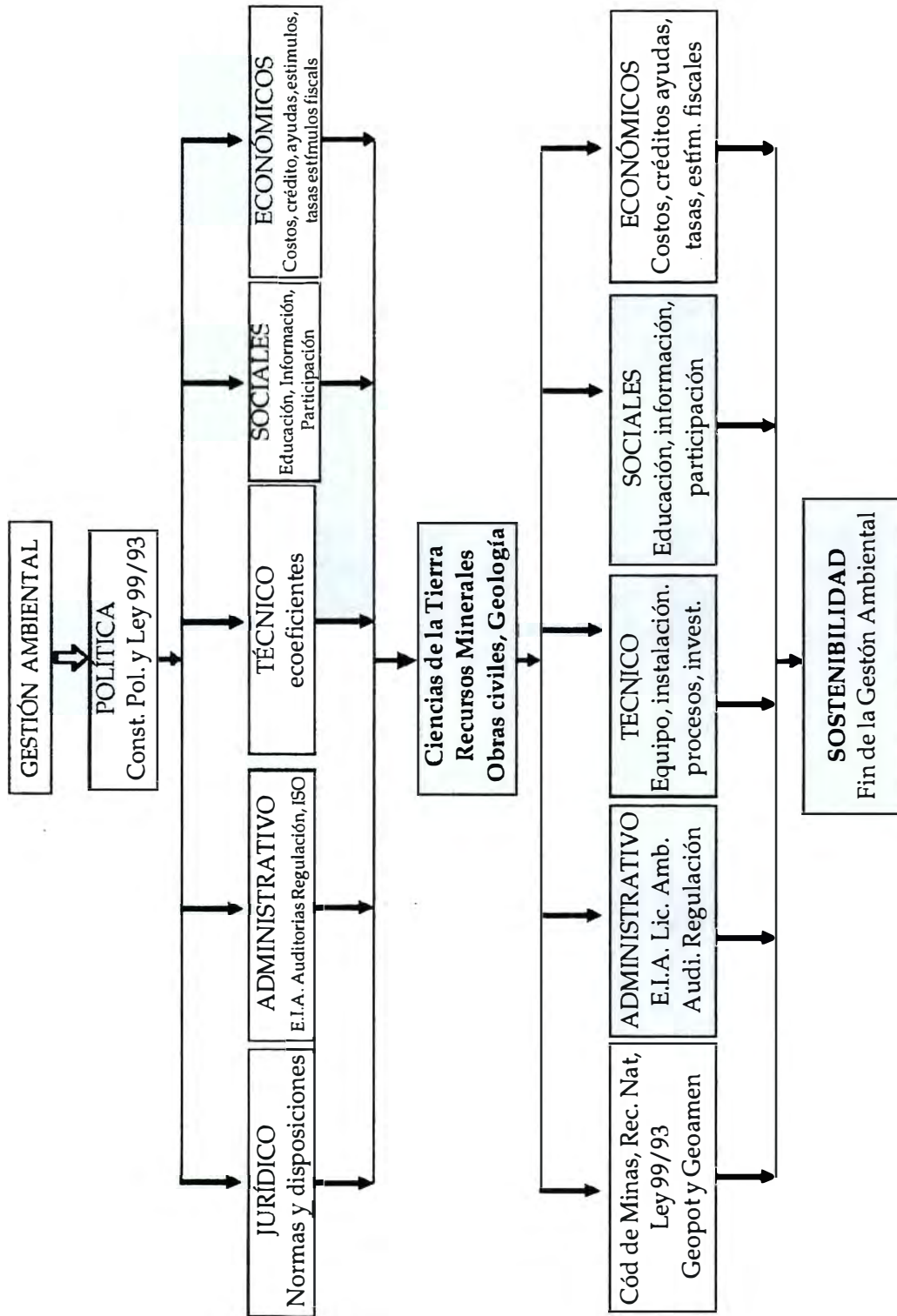


Figura 1. Esquema de los diferentes componentes de gestión ambiental para recursos minerales.

Ampliando la explicación de la Figura 1, entre las consideraciones para buscar la sostenibilidad, como fin último de la gestión ambiental de los recursos minerales, se puede mencionar las siguientes:

Un aprovechamiento integral de las materias primas, esto se observa durante el procesamiento y la concentración de las menas, donde se produce un volumen considerable de residuos y estériles, que podrían sustituir, en parte, a los recursos que actualmente es preciso obtener en gran número de explotaciones.

El reciclado de materiales de desechos, porque muchos productos, después de su uso o consumo, generan importantes cantidades de materiales que pueden reciclarse económicamente.

También se requiere de la utilización eficiente de energía, ya que los procesos fabriles e industriales demandan grandes cantidades de energía y, en ocasiones, presentan unos rendimientos energéticos muy bajos. Además de las medidas de conservación de la energía, otro factor es la sustitución de determinados productos por materiales cuya elaboración suponga menores consumos específicos de energía. Las innovaciones tecnológicas juegan aquí un papel muy importante, así como la producción masiva de nuevos materiales, entre los que cabría destacar las cerámicas avanzadas, y aleaciones especiales.

Se debe desarrollar la explotación racional de los yacimientos, debido a que muchos depósitos albergan minerales con diferentes contenidos de sustancias aprovechables, con curvas que relacionan los tonelajes y las leyes del tipo normal y lognormal.

La aplicación de leyes de corte altas se traduce en la pérdida de minerales pobres o marginales cuyo tratamiento sería viable con procesos más eficientes o consideraciones económicas más favorables. La ubicación de tales minerales en zonas diferenciadas para una posible explotación futura sería la primera medida. Por lo tanto, el mejor conocimiento geológico de los yacimientos y el correcto diseño de las minas son actuaciones mineras más eficientes y básicas para su aprovechamiento racional.

Es importante, fomentar la planificación del abastecimiento de minerales a partir de las proyecciones de crecimiento de la población y, consecuentemente, de la demanda, y alternar las fuentes y modalidades de aprovisionamiento de los recursos, lo que constituye una buena herramienta de gestión para asegurar el suministro de materias primas, al mismo tiempo que sirven de base para la puesta en marcha y ejecución de programas de ordenamiento minero ambiental en algunos subsectores.

Como último propósito para buscar la sostenibilidad de los recursos minerales, es la aplicación de la legislación en materia ambiental y de seguridad, y favorecer la gestión de los recursos en dos facetas distintas. Primero, se logrará de una forma directa que los impactos producidos sean menores al aplicarse medidas correctoras sobre las alternativas de carácter temporal y permanente, y proceder a la recuperación de los terrenos y, segundo, entrar en vigor cierta reglamentación en otros sectores o áreas industriales, para producir efectos indirectos claramente beneficiosos al obtenerse sustancias substitutivas de las naturales. Por ejemplo, cantidad de plomo en la gasolina para disminuir contaminación y demanda de plomo.

Siendo consecuentes con los anteriores propósitos, y retomando los estudios y evaluaciones del impacto ambiental como instrumento de gestión ambiental y técnico, y como requisito para otorgar la Licencia Ambiental por parte del Ministerio del Medio Ambiente, para la explotación de los recursos minerales metálicos, energéticos o de materiales de construcción, a continuación se propone la metodología de un contenido de estudio de evaluación, a manera de ejemplo, del INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1988), donde se contemplan nueve parámetros para identificar, predecir las alteraciones ambientales producidas por las actividades extractivas, desde la investigación y la explotación hasta el procesamiento de las sustancias a beneficiar. A continuación, se aborda tangencialmente cada uno de ellos:

I. INTRODUCCIÓN

En esta parte del informe de evaluación de impacto ambiental, se hará una breve presentación del proyecto y se indicará los objetivos y el alcance del mismo; debe contemplar la presentación y los antecedentes del proyecto, las alternativas de ubicación, la justificación de la solución propuesta y la legislación aplicable.

II. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Para determinar la línea base de una evaluación de Impacto Ambiental, para diagnosticar el medio abiótico, se debe conocer marco geológico, hidrogeología, hidrografía, fisiografía, climatología, descripción de suelos, vegetación, fauna, paisaje, usos y aprovechamientos, como también, el medio socioeconómico de la región,

para tener referencia de lo que se va a alterar, en caso de que se lleve a cabo el proyecto de explotación de un recurso mineral.

III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MINERO

Esta descripción debe considerar los siguientes apartes: investigación realizada y síntesis del yacimiento, descripción del método de explotación, diseño de apiques finales y reservas explotables, planificación de la explotación, lugar de las escombreras y presas de residuos, como la infraestructura e instalaciones mineras.

IV. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA EXPLOTACIÓN

Comprende dos apartes importantes como son: identificación y caracterización de las alteraciones que pueden incidir sobre los diferentes elementos o factores ambientales, como son los impactos: sobre suelo, aguas superficiales y subterráneas, atmósfera, vegetación, fauna, sobre los procesos ecológicos (cadenas y redes tróficas) y geodinámicos (erosión, sedimentación, inestabilidad), el paisaje y sobre el ámbito socioculturales (valores culturales naturales, socioeconómicos); además, debe contemplar evaluación de los efectos previsibles de la explotación.

V. MEDIDAS CORRECTORAS

Partiendo del conocimiento que se tiene del medio físico, de las actividades a desarrollar y de los impactos más significativos que éstas generan, se pasa a elaborar un plan

de medidas correctoras. Estas medidas servirán, en algunos casos, para anular los impactos y, en otros, sólo para reducirlos o mitigarlos.

VI. ESTUDIO DE RESTAURACIÓN DEL MEDIO ALTERADO

Esta parte de la evaluación consiste en los estudios dedicados a la recuperación de los terrenos en el cual se explican las acciones a llevar a cabo, fundamentalmente relacionadas con:

- Medidas para la recuperación mediante el uso de la vegetación.
- Remodelado de taludes.
- Retirada, acopio y mantenimiento del horizonte fértil.
- Mejoras edáficas.
- Modelado del paisaje vegetal a desarrollar.
- Selección de especies vegetales y densidad.
- Método y época de ejecución de las plantaciones y siembras.
- Medidas complementarias, demoliciones, obras de drenaje y otros.

VII. ESTIMACIONES ECONÓMICAS Y CALENDARIO DE EJECUCIÓN

Este aparte se dedicará al estudio económico, en el que, tras definir las operaciones

principales, las cantidades de materiales y especies vegetales, las obras a realizar y los precios unitarios, se elaborará el presupuesto de ejecución y el calendario donde se muestra cómo se van a llevar a cabo los trabajos de restauración y la distribución de los gastos a lo largo del tiempo.

Es interesante terminar el estudio económico indicando el coste total de restauración de la siguiente forma: por hectárea de terreno recuperado (PTA/ha), por tonelada extraída (PTA/a), o como porcentaje con respecto al precio de venta de la tonelada de mineral vendible.

VIII. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Para realizar este seguimiento y control, se contrata una organización para medir, monitorear y evaluar su comportamiento ambiental, puesto que así se asegura que la organización actúa en conformidad con el programa de gestión ambiental. Para lograr lo anterior, se debe considerar lo siguiente:

- Se debe medir y monitorear el comportamiento ambiental para compararlo con los objetivos y metas ambientales.
- Una vez documentados los resultados del punto anterior, se deben identificar las acciones correctivas y preventivas que correspondan y será la gerencia quien deba asegurar la implementación de estas acciones.

IX. PLANOS Y ANEXOS

Estos mapas son de vital importancia en un proyecto de estas características, y se

debe incluir lo siguiente: planos topográficos y geológicos a diferente escala, planos de la concesión, así como los de las diferentes situaciones finales de restauración.

Los anexos pueden estar constituidos por estudios de apoyo; hidrológicos, geotécnicos, fichas y análisis de suelos, agua, minera estériles, fotografías, simulaciones artísticas o por ordenador de situaciones iniciales, parciales y finales.

Así mismo, los Estudios de Impacto Ambiental, EIA, deben propender por determinar la viabilidad social y ambiental del proyecto minero. Dar conocimiento y valoración específica e integral (cuantitativa y cualitativa) del entorno socio ambiental; formular y diseñar medidas de manejo ambiental y presentar una zonificación ambiental (ubicar y caracterizar áreas de explotación, de manejo especial y de restricción). Por lo tanto, los EIA deben ser un orientador eficaz de la gestión y planificación minera (Ministerio del Medio Ambiente, 1998).

Es importante recordar que en cuanto más se conozca el entorno físico, ecológico, económico y social del proyecto o actividad minera, mejor se podrán identificar, comprender y evaluar los impactos generados por el proyecto y hacer una gestión ambiental justo a tiempo y con calidad. De la misma forma, en cuanto mejor se conozca el sistema de gestión ambiental, mayores provechos podrá sacársele al sistema.

Cuando el sistema de gestión ambiental funciona en el sector minero correctamente, todo el mundo en la empresa sabe cómo su trabajo puede impactar el medio ambiente. Todos llevan a cabo su trabajo pen-

sando en minimizar los impactos ambientales adversos y maximizar los beneficios.

6.1 EL NUEVO CÓDIGO DE MINAS DE COLOMBIA (LEY 685, AGOSTO 15 DE 2001) COMO INSTRUMENTO LEGAL PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RECURSOS MINERALES

Una herramienta valiosa para poder gerenciar y explotar racionalmente los recursos minerales en Colombia, es el Código de Minas, recientemente expedido por el Senado de la República de Colombia, como Ley 685/2001, donde se dan los diferentes elementos normativos para fomentar la gestión ambiental en la exploración y la explotación de los recursos minerales. Aunque las condiciones de la actividad minera en Colombia no es la más óptima, debido a que existe una franja de mineros informales o de subsistencia que explotan los diferentes recursos minerales sin tener un plan minero ambiental y de gestión ambiental, ya sea porque carecen de información pertinente o no tiene la capacidad financiera para implementarlo, y otro, es la violencia y la pobreza que acompaña al sector minero. Por esto es necesario que los profesionales de las ciencias de la Tierra difundan y tengan conocimiento del propósito del Código de Minas en cuando a la gestión ambiental de los recursos minerales. Por lo tanto, es oportuno traer a colación el capítulo XX del Código de Minas, como lineamiento fundamental de gestión ambiental a seguir en cualquier actividad o proyecto para beneficiar los recursos mineros. Entre otros, los artículos propenden por:

La sostenibilidad. El deber de manejar adecuadamente los recursos naturales renovables y la integridad y EL disfrute del ambiente es compatible y congruente con la necesidad de fomentar y desarrollar racionalmente el aprovechamiento de los recursos mineros como componentes básicos de la economía nacional y el bienestar social. Este principio deberá inspirar la adopción y la aplicación de las normas, medidas y decisiones que regulan la interacción de los dos campos de actividad, igualmente definidos por la ley como de utilidad pública e interés social.

Inclusión de la gestión ambiental. Para todas las obras y los trabajos de minería adelantados por contrato de concesión o por un título de propiedad privada del subsuelo, se incluirán en su estudio diseño, preparación y ejecución, la gestión ambiental y sus costos, como elementos imprescindibles para ser aprobados y autorizados.

En ningún caso, la autoridad ambiental podrá otorgar permisos, concesiones, autorizaciones o licencias de orden ambiental para obras y trabajos no amparados por un título minero. Este artículo es acatado por la gran minería que se desarrolla en Colombia, tipo Cerrejón o Cerro Matoso, pero la minería que se ejerce de hecho no cumple con el anterior, por su estado de informalidad y de mínima inversión. Para subsanar en parte las explotaciones informales o ilegales, se estableció el decreto 2150/1995, donde las autoridades ambientales y mineras competentes estarán obligadas a agotar todos los trámites que sean del caso, en las actuaciones iniciadas para legalizar explotaciones mineras de hecho. Para tal propósito, la viabilidad ambiental y el plan de manejo ambiental tendrán

fuerza de licencia ambiental. Como parte de la asistencia técnica a que tiene derecho el interesado en el trámite, la autoridad ambiental competente diseñará el respectivo plan de manejo.

Otro propósito del Código de Minas es propender por la ejecución inmediata de las normas; para esto, las disposiciones legales y reglamentarias de orden ambiental son de aplicación general e inmediata en todas las obras y labores mineras a las que les sean aplicables.

Como también, por la constitución y ejercicio del derecho. La celebración y el perfeccionamiento del contrato de concesión y su inscripción en el Registro Minero Nacional se regulan por las disposiciones de este código. Para el ejercicio emanado de dicho contrato, antes de la iniciación y la ejecución de obras y labores materiales de explotación, será necesario cumplir con los requisitos y las condiciones de orden ambiental previstos en el presente capítulo y en lo no previsto en el mismo, en las normas ambientales generales.

En el presente Código Minero se tiene bien diferenciado los medios e instrumentos ambientales. Los medios e instrumentos para establecer y vigilar las labores mineras por el aspecto ambiental, son los establecidos para cada etapa o fase de las mismas, a saber: planes de manejo ambiental, estudio de impacto ambiental, licencia ambiental y permisos o concesiones para la utilización de recursos naturales renovables en los casos en que tales instrumentos sean exigibles.

Para ser más expedito y claro, el Código de Minas previo la adopción de términos

y guías. Las autoridades ambiental y minera, en forma concertada, adoptarán, previo concepto del Consejo Asesor de Política Minera previsto en este código, términos de referencia normalizados, aplicables en la elaboración, la presentación y la aprobación de los estudios de orden ambiental para el sector de la minería, así como la expedición de guías técnicas para adelantar la gestión ambiental en los proyectos mineros, y procedimientos de seguimiento y evaluación para el ejercicio de la fiscalización, a través de los auditores ambientales.

Tales términos, guías y procedimientos tendrán como objeto, facilitar y agilizar las actuaciones de las autoridades y de los particulares. La sujeción a ellos, en cuestiones simplemente formales, no dará lugar al rechazo o a la dilación de la correspondiente solicitud, estudio o decisión.

Además, los estudios y trabajos de exploración técnica y los de viabilidad ambiental de la explotación deben mantener el principio de la simultaneidad con el otorgamiento del título minero, se ejecutarán en forma simultánea y coordinada, y se procurará su mayor celeridad y eficacia.

Entre los requisitos que hay que cumplir para poder explorar o explotar los recursos minerales, se presentan desarrolladas en los artículos 201 al 216 del Código de Minas, los cuales buscan darle una consistencia normativa a los requisitos que son imprescindibles para obtener su explotación racional.

Para la investigación o el conocimiento de los depósitos minerales o prospección no se requiere de autorización o permiso alguno de orden ambiental. Sin embargo,

cuando haya de efectuarse en zonas o lugares señalados como reservas naturales en el Artículo 38 de este código, se someterá a las reglas y restricciones que en dichas zonas o lugares rijan para los trabajos e investigaciones científicas. Lo aquí dispuesto también se aplicará a las investigaciones del subsuelo que adelanten los organismos y entidades estatales que tienen asignadas esas funciones.

Es necesario ofrecer por parte del Estado las garantías al celebrarse el contrato de concesión y constituirse en garantía de cumplimiento; con ésta quedarán aseguradas, además de las obligaciones mineras, las de carácter ambiental. Cuando en desarrollo de los trabajos de exploración se requiera usar, en forma ocasional o transitoria, recursos naturales renovables de la zona explorada, se autorizará dicho uso por la correspondiente autoridad ambiental, cuando legalmente sea exigible.

Uno de los aportes del nuevo Código de Minas es resaltar la parte ambiental, y destacar la importancia de los estudios de impacto ambiental para gestionar su beneficio; para esto, con el Programa de Trabajos y Obras Mineros que resultare de la exploración, el interesado presentará si fuere necesario, el Estudio de Impacto Ambiental de su proyecto minero. Este estudio contendrá elementos, informaciones, datos y recomendaciones que se requieran para describir y caracterizar el medio físico, social y económico del lugar o región de las obras y los trabajos de explotación, los impactos de dichas obras y trabajos, con su correspondiente evaluación, los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de esos impactos, las medidas específicas que se aplicarán para el aban-

dono y el cierre de los frentes de trabajo y su plan de manejo, las inversiones necesarias y los sistemas de seguimiento de las mencionadas medidas.

El estudio se ajustará a los términos de referencia y guías ambientales previamente adoptadas por la autoridad ambiental en concordancia con el Artículo 203 del presente código. En general, el Estudio de Impacto Ambiental para una explotación minera debe contener: información secundaria y primaria actualizada y sistematizada (Sistema de Información Geográfica) de los componentes físico, biótico, socioeconómico, cultural y arqueológico. Además, el análisis e interpretación de la información recolectada, de tal manera que se establezca un panorama claro del área del proyecto acerca de su situación físicoambiental y socioeconómica.

Con base en el Estudio de Impacto Ambiental, la autoridad competente expedirá, si fuere necesaria, la Licencia Ambiental para la construcción, el montaje, la explotación objeto del contrato y el beneficio y para las labores adicionales de exploración durante la etapa de explotación. Dicha autoridad podrá fundamentar su decisión en el refrendo que al Estudio de Impacto Ambiental hubiere dado un auditor externo en la forma prevista en el Artículo 220 de este código. Además, para las obras y los trabajos de la explotación temprana, el interesado deberá obtener Licencia Ambiental, que posteriormente podrá ser modificada para amparar los trabajos definitivos de explotación con el lleno de los requisitos legales.

En los casos en que fuere necesaria la Licencia Ambiental para las obras y los trabajos del concesionario, se otorgará de

manera global para construcción, montaje, explotación, acopio, beneficio, transformación y transporte interno de los correspondientes minerales. La Licencia Ambiental comprenderá permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental para hacer uso de los recursos necesarios en el proyecto minero, incluidas las servidumbres legales que necesite ejercitar de acuerdo con este código. La vigencia de dichos permisos y concesiones será igual a la de la Licencia Ambiental. En caso de terminar la concesión en forma anticipada por caducidad, renuncia, mutuo disenso o imposibilidad de ejecución, también terminará dicha licencia.

En todos los casos de terminación del título, el beneficiario estará obligado a hacer las obras y poner en práctica todas las medidas ambientales necesarias para el cierre o el abandono de las operaciones y frentes de trabajo. Para el efecto se le exigirá la extensión de la garantía ambiental por tres años más a partir de la fecha de terminación del contrato.

El Código de Minas también prevé modificaciones a la Licencia Ambiental o en su defecto el Plan de Manejo Ambiental; podrán modificarse por expansión o modificación sustancial de obras, trabajos y procesos de producción o por la necesidad de sustituir o modificar en forma significativa las medidas de prevención, control, conservación, rehabilitación y sustitución ambiental establecidas.

Además, la autoridad ambiental podrá revocar la Licencia Ambiental para todas o para algunas de las fases de la operación minera por el incumplimiento grave y reiterado de las obligaciones ambientales del

explotador. En estos casos, la autoridad ambiental, previa audiencia del interesado, ordenará la inmediata suspensión de las obras y operaciones afectadas por la revocación.

Cuando unas minas se encuentran en límites comunes, se puede optar por hacer estudios y licencias conjuntas: los beneficiarios de áreas vecinas o aledañas, estén o no incluidas en un plan conjunto de exploración y explotación, podrán realizar, si así lo requieren, el Estudio de Impacto Ambiental ordenado en este código, para las obras de infraestructura, el montaje y la explotación de dichas áreas, en forma conjunta si ésta fuere exigible. Si las condiciones y características de dichas áreas fueren homogéneas o similares, podrán pedir, además, el otorgamiento de una Licencia Ambiental Conjunta. La gestión ambiental incluida en la licencia podrá contener medidas específicas acordes con la ubicación singular y concreta del área de cada concesión. De estas medidas específicas responderá individualmente el respectivo contratista.

Por otra parte, en el Artículo 213 del Código de Minas, la autoridad competente solamente podrá negar la licencia ambiental, en los siguientes casos:

- a. Cuando en el Estudio de Impacto Ambiental se hubiere incurrido en errores u omisiones que no se puedan subsanar por el interesado y que se refieran a componentes de tal estudio calificados como sustanciales en las correspondientes guías;
- b. Cuando las medidas de prevención, mitigación, corrección, compensación y sustitución de los impactos negativos del

proyecto minero que deberán ser puestas en práctica por el interesado, no cumplan con los elementos sustanciales establecidos para el efecto en las guías.

- c. Cuando las omisiones, los errores o las deficiencias del Estudio de Impacto Ambiental y de las medidas mencionadas en los literales anteriores afecten el proyecto minero en su totalidad.

En ningún caso podrá negarse la licencia por errores u omisiones puramente formales.

Para la preservación del medio marino, el Código de Minas indica que los trabajos y obras de exploración y explotación de minerales en el fondo y subsuelo de las aguas marinas sometidas a la jurisdicción nacional se someterán a todas las regulaciones internas sobre preservación, mitigación, corrección y manejo del medio marino. Los que se realicen a nombre y representación del Estado en el fondo y el subsuelo de aguas internacionales, se someterán, además, a las normas ambientales que sobre la misma materia adopte la autoridad internacional de los fondos marinos.

Es importante destacar, que por la utilización de los recursos naturales renovables que haga el minero en sus labores extractivas y en el ejercicio de las servidumbres, está obligado a pagar todos los costos y tasas retributivas y compensatorias de orden ambiental que establece la ley, incluidos los de los servicios de evaluación y seguimiento. Estos últimos no se exigirán en los casos en que el concesionario haga uso de auditores externos.

Para el caso de las auditorías ambientales externas, los ministerios del Medio Am-

biente y de Minas y Energía adoptarán, en el término de dos (2) años, contados a partir de la vigencia del presente código, procedimientos que permitan autorizar a profesionales o firmas de reconocida idoneidad e inscritas y calificadas ante el Ministerio del Medio Ambiente para que, seleccionadas por los usuarios y a su costa, hagan la auditoría de los estudios y el seguimiento de la manera cómo se cumplan las obligaciones ambientales en los correspondientes contratos de concesión. Dichos profesionales y firmas serán sólo auxiliares de la autoridad ambiental que, para estos efectos, conservará su autonomía y facultad decisoria.

El Ministerio del Medio Ambiente, una vez definidos los procedimientos indicados, estará obligado a establecer un registro único de auditores ambientales externos. Ninguna persona natural o jurídica podrá ser acogida para el ejercicio de las actuaciones indicadas, sin estar previamente inscrita en el mencionado registro.

CONSIDERACIONES SOCIALES EN LAS REGIONES MINERAS

El interés por el desarrollo social en las regiones mineras parte de la base de que el desarrollo de los minerales, que son los recursos no renovables, debe producir niveles de bienestar y calidad de vida mejorados para las poblaciones de las localidades y países a los que pertenecen y así se producen retos que asoman en el horizonte inmediato de la industria minera. Se trata de retos para las compañías y el gremio, para los gobiernos y las organizaciones de la sociedad civil.

Parte del problema social reside en que muchas comunidades sienten que no hay suficiente transparencia en el recabamiento y el manejo de información sobre los impactos sociales y ambientales de la minería y que los sistemas de valorización de recursos naturales y de compensaciones por pérdidas de éstos no son justos; que hay inequidad en la distribución y manejo del canon minero y de los impuestos entre la nación y las localidades mineras; en suma, se sienten excluidos de los procesos de toma de decisiones sobre el desarrollo de sus localidades y regiones; ello crea conflicto y desconfianza entre éstas y el gobierno y las empresas. Es muy probable que sin construir confianza y respeto entre los actores sociales, el negocio minero va a resultar cada vez más costoso y difícil de realizar. Esto es lo que preocupa a algunas de las grandes empresas mineras del mundo que patrocinan el proyecto Mining, Minerals and Sustainable Development y el Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Por eso, construir la confianza y el respeto desde las etapas tempranas de exploración, son bases necesarias para llegar a acuerdos que permitan aproximación a una mayor equidad y participación en los procesos de toma de decisiones y, por tanto, a acuerdos más sustentables.

En ese escenario, el reto principal para todos es el de mejorar la calidad, la oportunidad, la precisión, la integridad y la adecuación cultural de la comunicación entre los diferentes actores sociales y afectados por el tema minero.

El nuevo milenio impone la necesidad de incorporar de manera integral y en igualdad de condiciones con la dimensión

biofísica, el imperativo social y el tema de la participación, en la gestión pública y privada de los recursos minerales.

Ante la interrogante de cómo contribuir en el mejoramiento sostenido de los niveles de bienestar, equidad y desarrollo sustentable de las regiones y localidades mineras de los pueblos en desarrollo, se afirma que las respuestas son diversas porque serán formuladas desde múltiples perspectivas culturales.

En general, se puede decir que inciden directamente en los resultados, el desempeño de los gobiernos nacionales y locales; la capacidad de relación de las comunidades organizadas e incluso la banca multilateral, las entidades aseguradoras y las ONGs ambientalistas locales y globales.

El camino hacia el desarrollo sustentable y equitativo implica, así, el desafío de fortalecer las instituciones públicas y sociedades civiles para que se puedan facilitar escenarios legítimos y respetuosos para la participación e interlocución efectiva entre los múltiples actores, en torno de la construcción del presente y del futuro de las regiones mineras y de los países a que pertenecen.

Después de la descripción y la revisión de los diferentes componentes de la gestión ambiental, sin agotar el tema en el documento, y a manera de epílogo, se pueden resaltar algunas consideraciones pertinentes.

- La Gestión Ambiental es un instrumento de acción que tiene en cuenta lineamientos políticos, administrativos, normativos y técnicos para implementar la explotación equilibrada y racional de los recursos naturales.

- Aunque establecer la Gestión Ambiental tiene obstáculos normativos, sociales, económicos y políticos, es la herramienta administrativa pública y privada, que tiene el mejor propósito para buscar el manejo y la sostenibilidad de los recursos naturales.

- Para implementar la gestión ambiental en el manejo de los recursos naturales, es primordial capacitar a los profesionales de las ciencias de la Tierra, para involucrar en sus actividades técnicas los lineamientos políticos, normativos, sociales que regulan el medio ambiente. Como también los sistemas de gestión ambiental voluntarios promovidos por las normas ISO 14000 y 14001, como los sistemas de información geográficos, herramientas importantes para agilizar los procesos que tienen que ver con la gestión ambiental.

- La acción para la protección y la recuperación ambiental del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Por lo tanto, el Estado apoyará e incentivará la conformación de organismo no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas funciones.

- Para el manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, se debe fomentar la descentralización, la democracia y la participación ciudadana.

- Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán, teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económico, social y físico. Igualmente, se requiere incrementar el monto de los recursos financieros destina-

dos a programas de gestión ambiental con el fin de desarrollar proyectos efectivos de conservación, preservación y desarrollo sostenible.

- En cuanto a la CAPACITACIÓN, los municipios necesitan de programas educativos permanentes e implementar sistemas de información geográfica que fortalezcan la gestión ambiental con base en sistemas de educación formal y no formal. Igualmente, es necesario que se incluya en la mallas curriculares que tengan a las ciencias de la Tierra como objeto de estudio e investigación, para inculcar, desde un principio de la formación, la necesidad e la importancia de abordar de manera sistémica y holística el medio ambiente en los proyectos y las actividades que van a desarrollar en su quehacer profesional.

- Se hace necesario una labor promocional mediante la elaboración de manuales de gestión ambiental municipal, difusión en medios masivo como la radio y la televisión, y apoyo especializado para la toma de decisiones sobre asuntos ambientales.

- La INVESTIGACIÓN en Colombia debe impulsar un proceso de investigación para la gestión y el manejo ambiental. Dicho procesos debe tener, entre otros, los siguientes objetivos:

- Impulsar la gestión ambiental comunitaria.

Entre las recomendaciones para el sector de los recursos minerales se exhorta un enfoque múltiple teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Retomar paso a paso las diferentes etapas de un estudio de impacto ambiental,

con el fin de analizar sus componentes y dificultades intrínsecas.

- Recalcar la enorme variabilidad de climas y paisajes de Colombia como país ecuatorial de montaña, lo que significa toda una gama de susceptibilidades ante procesos erosivos superficiales, amenazas naturales y, por tanto, diseños de explotaciones y sistemas de recuperación de terrenos muy diversos.

- Señalar la valiosa información que puede obtenerse a partir del estudio de áreas ya abandonadas que fueron objeto de explotación minera en épocas históricas.

- En cuanto a las etapas de investigación minera, se sugiere tener en cuenta el concepto de Nivel de Base Ambiental, con siete capas de información relacionada con el medio ambiente (mapas topográfico, geológico, geomorfológico, de suelos, hidrometeorológico, de formaciones vegetales y de uso de la tierra).

- Informar a la comunidad sobre las licencias y las concesiones en proceso e otorgamiento. Garantizarle a ésta su detallada intervención en los audiencias públicas para poder oponerse a decisiones que vulneran sus derechos de orden ambiental o solicitar explicaciones a la autoridad ambiental respectiva.

- Realizar un estudio sobre licencias y concesiones otorgadas en los últimos años y revisar aquellos casos de incumplimiento y corrupción, tan frecuentes en el país.

- Vigilar la conducta de los funcionarios encargados de otorgar las licencias y concesiones e iniciar procesos disciplinarios y

penales ejemplarizantes que permitan prevenir conductas lesivas del patrimonio ambiental colombiano.

- En relación con la gestión y el control de explotaciones mineras (suelo - agua), el Ministerio del Medio Ambiente, junto con el de Minas y Energía, deben iniciar el diseño de controles más rígidos para evaluar el impacto ambiental de las explotaciones

mineras, e iniciar tareas de investigación y programas de recuperación como respuesta al grave deterioro y desastre ecológico causado por dicha actividad en muchas regiones del país. Igual tarea debe emprender junto con el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías, a fin de realizar rigurosos estudios de impacto ambiental que minimicen los efectos de la construcción de obras carretables en el país.

BIBLIOGRAFIA

- BRAÑEZ, R. 1994. Manual de Derecho Ambiental Mexicano, editado por FCE.
- CARVAJAL, F. 1996. Fundamentos de la política Ambiental y Modelo de desarrollo. Material complementario U. Cauca, Progr. Espec. Polít. Desarr. Ambien., 50 p.
- CASCIO, J.; WOODSIDE, G.; MITCHELL, P. 1997. Guía ISO 14000. Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental. McGrawHill, 224 p.
- CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA. 1991. Representaciones y Distribuciones. El Trébol, 161 p.
- ESCALLO, M. A. 1996. Código Nacional de Recursos Naturales, 3ª Edición, LEYER, 301 p.
- GARCIA, I. C. 2001. Modulo de Gestión Ambiental. ESAP, 184 p Bogotá.
- INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. 1994. Manual de Restauración de terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. Minist. Indus., Comer. Turs., Secr. Gener. Ener. Recur. Min., 332 p.
- IGAC. 1998. Principios de Cartografía Temática. 50 p. Bogotá.
- KIRCHER, F. 1996. Política Ambiental en Colombia de la Teoría a la Práctica. Material complementario. U. Cauca, 62 p. Cauca.
- LEY 134 DE 1994. Mecanismos de Participación Ciudadana. República de Colombia.
- LEY 99 DE DICIEMBRE DE 1993. Sistema Nacional Ambiental. República de Colombia.
- LEY 388 DE 1997 O DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Editores Caasin, 143 p.
- MARKL, H. 1996. Entrevista con el profesor presidente de la sociedad Max Planck" Cienc. Educ., 3 p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1998. Guía Ambiental para actividades del subsector Materiales de Construcción - Canteras Fase de Explotación (GMCE). BIOTOPO Ltda. 120 p. Bogotá.
- NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY ACT, NEPA. 1969. Programas de declaración de Impacto Ambiental 50 p. Estados Unidos.
- PÉREZ, E. 2000. Derecho Ambiental. McGrawhill, 294 p.
- RODAS, J. 1997. Fundamentos Constitucionales del Derecho Ambiental Colombiano TM Editores, Ediciones unidas, 171 p.
- RODRÍGUEZ, M. 1994. La política Ambiental del Fin del Siglo. Una agenda para

Colombia. Editor, 388 p. Santa Fe de Bogota.

SÁNCHEZ, E. 1995. Licencias Ambientales. Evaluación de Impacto Ambiental: Instrumentos de planifica-

ción T/M editores, Tercer Mundo S.A. Bogotá.

SANDOVAL, A. 2001. Nuevo Código de Minas (Ley 685 de 2001). 7ª edición, (ed) Leyer, 320 p. Bogotá.