EL SECTOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

CAMILA AGUILAR
NICOLÁS LEÓN
MARCELA MELÉNDEZ



CUADERNOS
FEDESARROLLO
20

Cuadernos de Fedesarrollo
Número veinte



Cuadernos de Fedesarrollo

1 Tasa de cambio en Colombia
Mauricio Cárdenas

2 Los dólares del narcotráfico
Roberto Steiner

3 Perspectivas de la industria aseguradora: 1997-2010
Natalia Salazar - Sandra Zuluaga

4 Salud, educación y desempleo. Diagnóstico y recomendaciones
Proyecto Agenda Colombia I
Mauricio Reina - Denisse Yanovich

5 Infraestructura, orden público y relaciones internacionales.
Diagnóstico y recomendaciones - Proyecto Agenda Colombia II
Mauricio Reina - Denisse Yanovich

6 Tributación en Colombia
Roberto Steiner - Carolina Soto

7 Las aseguradoras y el régimen de inversión
María Angélica Arbeláez - Sandra Zuluaga

8 Petróleo y región: el caso del Casanare
Alejandro Gaviria - Adriana González - Juan Gonzalo Zapata

9 La sostenibilidad de las reformas del sector eléctrico en Colombia
Ulpiano Ayala - Jaime Millán

10 Misión del ingreso público
Miembros del Consejo Directivo

11 Economías regionales en crisis: el caso del Valle del Cauca
Juan José Echavarría - Israel Fainboim - Luis Alberto Zuleta

12 El nuevo comercio minorista en Colombia
Mauricio Reina - Luis Alberto Zuleta

13 El leasing en Colombia: diagnóstico e impacto sobre la inversión y el crecimiento
María Angélica Arbeláez - Fabio Villegas - Natalia Salazar

14 Los servicios financieros y el TLC con Estados Unidos: oportunidades y retos para Colombia
Roberto Junguito - Cristina Gamboa (Editores)

15 Reflexiones sobre el aporte social y económico del sector cooperativo colombiano
Miguel Arango - Mauricio Cárdenas - Beatríz Marulanda - Mariana Paredes

16 Evaluación del impacto del TLC entre Colombia y Estados Unidos en la economía del Valle del Cauca
Camila Casas - Nicolás León - Marcela Meléndez

17 La infraestructura de transporte en Colombia
Mauricio Cárdenas - Alejandro Gaviria - Marcela Meléndez

18 El marco institucional para la regulación, supervisión y el control de los servicios públicos en Colombia: propuesta para su fortalecimiento
Carlos Caballero - Alejandro Jadresic - Manuel Ramírez Gómez

19 Análisis del sistema tributario colombiano y su impacto sobre la competitividad
Mauricio Cárdenas - Valerie Mercer-Blackman

20 El sector de materiales de la construcción en Bogotá - Cundinamarca
Camila Aguilar - Nicolás León - Marcela Meléndez

El sector de materiales de construcción en Bogotá - Cundinamarca

Camila Aguilar
Nicolás León
*Marcela Meléndez**

Marzo, 2006

* Directora del proyecto.

Una publicación de Fedesarrollo
Nueva Serie Cuadernos de Fedesarrollo, número veinte

Primera edición: marzo de 2006

© Fedesarrollo

ISBN: 958-33-9478-5

Edición, armada electrónica: Consuelo Lozano - Fedesarrollo
Impresión y encuadernación: La Imprenta Editores Ltda.

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

Contenido

PRÓLOGO ix

INTRODUCCIÓN xi

CAPÍTULO UNO Revisión de la literatura 1

CAPÍTULO DOS Revisión de la normatividad relacionada con el sector 5
Títulos mineros 6
Regalías 7
Zonas compatibles 7
Ordenamiento territorial 14
Evaluación ambiental estratégica 16

CAPÍTULO TRES Caracterización del sector de materiales de construcción 19
Caracterización del mercado a nivel nacional 20
Caracterización del mercado de materiales de la construcción en Bogotá y Cundinamarca 34

CAPÍTULO CUATRO Implicaciones de la resolución 1197 de 2004 77
Oferta de la región 77
Costos de transporte 81
Efectos de la legislación sobre minería informal/ilegal 95

CAPÍTULO CINCO Situación del río Tunjuelo y sus implicaciones 101
Generalidades de la zona 101
El problema 102
Soluciones en el mediano y largo plazo 105
Implicaciones para el mercado de materiales de construcción y para la economía de la región 110

CAPÍTULO SEIS Resumen ejecutivo y conslusiones 115
Revisión de la normatividad 115
Características del sector de materiales de la construcción 116
Características del mercado a nivel nacional 116
Características del mercado en Bogotá y Cundinamarca 117
Implicaciones de la resolución 1197 de 2004 120
Efectos de la legislación sobre minería informal/ilegal 121
Situación del río Tunjuelo y sus implicaciones 122
Anotaciones finales 123

BIBLIOGRAFÍA 125

GLOSARIO 127

ANEXOS 131

PRÓLOGO

Bogotá y la región de influencia de la Sabana de Bogotá muestran una clara tendencia a consolidarse como una aglomeración metropolitana presentándose un fenómeno de polarización en el desarrollo urbano, concentración de población, empleo y servicio en la capital, sin tener procesos significativos de desconcentración económica o descentralización de la población, muy distintos a la tendencia en algunas de las grandes ciudades latinoamericanas.

Bogotá ha venido creciendo a una tasa superior al resto de las grandes ciudades colombianas, adquiriendo mayor importancia nacional y regional. Tiene más del 15% de la población del país y la mayor tasa de crecimiento demográfico (2,29%) de las cuatro grandes ciudades, pero mantiene una creciente participación en el PIB con un 24%.

La evolución de la población en la región ha mostrado un crecimiento demográfico sostenido desde 1938, con tasas más altas que el promedio nacional. En los últimos 30 años (1964-1993), la ciudad incrementó considerablemente su participación en el total de la población colombiana, pasando de 9,71% a 14,56%.

El registro de la población en Bogotá y su proyección al año 2010, permite observar la transición demográfica que caracteriza la ciudad y que continuará en la próxima década. El proceso de transición se caracteriza por una tendencia a la baja de la tasa de crecimiento de la población, pero acompañada de un aumento más que proporcional en el número de hogares.

El crecimiento de la población y la transformación de los hogares traen consigo nuevas y distintas necesidades. Los requerimientos de vivienda, así como la infraestructura para servicios públicos, vías, trabajo, comercio, deporte y recreación, espacio público, centros de educación y de salud, guardan relación con el crecimiento poblacional.

En este sentido es importante tener en cuenta que para el año 2010 la población residente en el territorio del Distrito aumentará en aproximadamente 1.605.000 habitantes, que en un promedio simple corresponden a un crecimiento de 160.460 personas por año. Durante el mismo período se espera que el número de hogares aumente en cerca de 548.250 unidades, a un promedio de 54.800 hogares por año, es decir se necesitan una vivienda nueva por cada hogar.

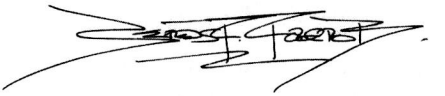
Todo esto implica una industria de la construcción en permanente crecimiento y en consecuencia los insumos para esta industria, será necesario garantizarlos cerca de los centros de consumo.

La necesidad de este estudio elaborado con el más alto rigor académico por el equipo de investigadores de FEDESARROLLO, es precisamente el resultado de la preocupación de ASOGRAVAS, que ha entendido la importancia de un verdadero proceso de desarrollo sostenible en el sector minero colombiano, que garantice un manejo adecuado de entorno ambiental y un claro aporte social y económico de sus productores en las zonas en donde llevan a cabo sus actividades.

Optimizar los recursos del subsuelo, garantizando un uso temporal del suelo con posterior recuperación o rehabilitación del mismo, es la experiencia que hoy demuestra posible el sector extractivo de materiales de construcción formal y organizado.

Sin embargo, aún se requieren los más creativos modelos de planeación y ordenamiento de territorio, como proceso explícito de estructuración y uso del mismo en función de objetivos específicos de desarrollo, llegando a comprender la importancia de esquemas integrales de carácter supramunicipal, que faciliten el desarrollo empresarial y ejerzan un riguroso control y desestímulo a las actividades informales e ilegales.

Para lograr adecuados procesos de ordenamiento de territorio, herramientas como las evaluaciones ambientales estratégicas, y un verdadero replanteamiento en el modelo de compatibilidad de la actividad minera establecido en el país, son la base para poder materializar el desarrollo sostenible.



Carlos Fernando Forero B.
Director General de ASOGRAVAS
Marzo, 2006

INTRODUCCIÓN

Los agregados pétreos son arenas, areniscas, gravas, gravillas, recebos y triturados de distintos tamaños que se utilizan como insumos en la producción de asfalto, concreto y como bases y sub-bases para la construcción de vías. Provienen de canteras, graveras y materiales en lecho de río, que en el caso de la región Bogotá-Cundinamarca están ubicados en distintos municipios del Departamento (Apulo, Bogotá, Carmen de Carupa, Cogua, Girardot, Guasca, Guaduas, La Calera, Mosquera, Nilo, Puerto Salgar, Ricaurte, Soacha, Subachoque, Tabio y Útica entre otros) y en algunos municipios del Tolima y del Meta. Desde estas regiones se transportan a los centros de consumo del Departamento, para ser incorporados en las distintas obras de construcción.

Los métodos de extracción son muy variados y comprenden desde procesos altamente tecnificados hasta la extracción artesanal, llevada a cabo por empresas legalmente constituidas y por empresas informales de menor tamaño, con diferentes costos de extracción y efectos ambientales.

Como actividad minera, la extracción de agregados pétreos está sujeta a una normatividad especial adicional a la reglamentación que cobija a toda actividad comercial y productiva. Además de los requisitos para constituir empresa, una compañía dedicada a la extracción de estos materiales necesita poseer un título minero en el lugar de explotación y una autorización ambiental constituida por una licencia y un plan de manejo. La actividad está regulada por el código de minas, por la ley de regalías, por la ley 99 que establece la normatividad ambiental y por el decreto de licencias ambientales. Adicionalmente la ubicación de esta actividad se ve afectada por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de cada municipio, que influye sobre el uso que se le puede dar a la tierra, limitando los lugares potenciales de explotación.

Dado que los agregados pétreos constituyen un insumo fundamental para la construcción y la construcción es una de las principales fuentes de crecimiento económico y, por esta vía, de bienestar para la sociedad, la eficiencia en la extracción de estos materiales y su costo tienen impactos potenciales importantes sobre las economías locales y regionales. Por sus efectos ambientales, sin embargo, la extracción de agregados pétreos, o materiales de construcción, como los llamaremos en adelante en este documento, es una actividad que puede generar rechazo, mas aún cuando existe el precedente

de explotaciones ilegales con efectos ambientales muy negativos. Esto ha llevado a que en los Planes de Ordenamiento Territorial municipales se limiten en forma considerable las zonas en que se puede desarrollar esta actividad, obligando a que la explotación se aleje cada vez más de los centros de consumo. La industria sostiene que como los costos de transporte son un componente importante del costo total de los materiales de construcción, las consecuencias de estas políticas municipales serán aumentos en precio considerables.

En el caso de la región Bogotá-Cundinamarca, dos acontecimientos recientes ponen sobre la mesa el debate. El primero es la resolución 1197 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la que se definen las áreas compatibles con la actividad minera en la región. De acuerdo con esta Resolución, una proporción importante de las áreas actualmente explotadas tendría que cesar actividades y el mercado tendría que ser crecientemente atendido por proveedores de otras regiones. El segundo es el desbordamiento del río Tunjuelo en el sur de Bogotá en mayo de 2002, que afectó a las minas más grandes de materiales de construcción de la ciudad.

ASOGRAVAS ha solicitado a Fedesarrollo el desarrollo de un estudio que permita, a través de un mejor entendimiento del sector, analizar las implicaciones de la Resolución 1197 de 2004 y de la inundación del río Tunjuelo para el desarrollo de esta actividad en la región de Bogotá y Cundinamarca, y dimensionar, de una manera más general, los costos y beneficios que ésta representa para la economía de la región.

El documento está organizado de la siguiente manera. En el capítulo I se reseña brevemente la literatura disponible, relevante para efectos de este estudio. El capítulo II repasa la normatividad que afecta al sector, con énfasis en las disposiciones del Plan de Ordenamiento Territorial que regula la actividad minera en la región de Bogotá y Cundinamarca. El capítulo III presenta una caracterización del sector de materiales de construcción en la región de Bogotá y Cundinamarca, considerando tanto la oferta como la demanda. Esta caracterización se realiza a partir de la información obtenida mediante un trabajo exhaustivo de recolección de la información incompleta y dispersa en las entidades nacionales, regionales y locales que tienen alguna relación con el sector, e incluye un esfuerzo de cuantificación dirigi-

do a subsanar la ausencia de datos de la minería informal. El capítulo IV analiza el impacto de la Resolución 1197 de 2004. El capítulo V presenta una síntesis de la situación a la que ha dado origen el desbordamiento del río Tunjuelo y cuantifica, bajo restricciones de información, su impacto sobre el sector de materiales de construcción y sobre la economía de la región. El capítulo VI presenta un resumen ejecutivo y las conclusiones del trabajo.

CAPÍTULO UNO

Revisión de la literatura

Son pocos los estudios sobre materiales de la construcción en otros países. El libro *Aglomeraciones mineras y desarrollo local en América Latina*[1] presenta un conjunto de estudios sobre la minería en general en América Latina, a partir de una visión económica. El objetivo central de esta compilación de estudios es resaltar el impacto positivo que tiene la aglomeración de minas para el desarrollo local. Uno de los ejemplos corresponde a la minería en Canadá, donde no sólo la gran cantidad de recursos mineros disponibles ha ayudado al impulso del sector, sino las políticas públicas que han estado enfocadas en proporcionar desarrollo tecnológico, capacitar el capital humano para fortalecer los estudios mineros, y promover la minería internacionalmente.

En el caso de los países de América Latina (Chile, Perú, Bolivia y Colombia) en esta compilación se resalta el importante resultado que ha tenido la agrupación de empresas para la economía minera de cada país. Se plantea que si bien no es fácil lograr el consenso entre las grandes y las pequeñas y medianas empresas mineras, los beneficios derivados de la cadena se incrementan con respecto a aquellos obtenidos de la participación individual en el sector. Se resalta la importancia de que instituciones educativas en los diferentes países promuevan la investigación relacionada con la minería, señalando que esto constituye una pieza fundamental para la producción de un patrón de desarrollo local sostenible en América Latina.

Un estudio de la CEPAL publicado en la serie Recursos Naturales e Infraestructura número 76 titulado *Industria Minera de los materiales de la construcción, Su sustentabilidad en América del Sur* hace un recorrido por este sector en diferentes ciudades de América Latina incluyendo Bogotá. El estudio encuentra, como conclusión que aplica a todos los países, que el sector se considera una actividad marginal y en esa medida recibe poca atención y apoyo gubernamental. Tiene alta presencia de pequeña minería y de ilegalidad. Tiene un gran impacto ambiental y social. La legislación existente tiene vacíos tanto en la parte minera como en la parte ambiental. De acuerdo con

[1] Compilado por Rudolf Buitelaar.

las anteriores consideraciones, el estudio de la CEPAL concluye que la minería de los materiales de la construcción, tal como está concebida hasta el momento, no es sostenible. Para subvertir esta situación y hacer sostenible en el tiempo al sector, los autores señalan la importancia de que el producto minero tenga valor agregado, y la operación involucre a todos los actores del ciclo minero, respetando el medio ambiente.

Para el caso especifico de Bogotá el estudio encuentra, basado en el trabajo de Delgado y Mejía (2001), que hay mucha heterogeneidad en las formas de explotación, que van desde explotaciones anti-técnicas y desordenadas hasta explotaciones tecnificadas y eficientes controladas por el estado. Un porcentaje grande del sector está conformado por negocios familiares y sólo el 10% puede ser considerado gran minería. Adicionalmente los autores señalan que sólo un 14% de la totalidad de la minería en Bogotá es legal y que el sector es una fuente importante de recursos para la población marginada.

En el nivel nacional, el tema ha sido trabajado principalmente por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) adscrita al Ministerio de Minas y Energía. Esta institución es fuente de una serie de estudios, boletines y revistas que sirven como marco de referencia para el desarrollo de sus funciones de planeación y evaluación de políticas. El libro *Competitividad del Sector Minero Colombiano* recopila la normatividad minera desde 1970 hasta el 2000, también recorre la normatividad ambiental y hace comparaciones de esta normatividad con otros países de la región, considerando indicadores de eficiencia y de desarrollo. En *Escenarios y Estrategias Minería y Energía* (2000) se publica el artículo *Medición del consumo de minerales en la manufactura y en la construcción* que presenta estimativos de consumo aparente de minerales para los años 1992 a 1996. *El Balance minero nacional 1990-2000* también se acerca al sector a través de cifras, que construye por medio de equilibrios macroeconómicos, llegando así a medidas de consumo intermedio de los materiales de construcción a nivel nacional entre 1995 y 2000. En el trabajo se define en forma detallada el sector en Colombia y sus formas de clasificación CIIU y NANDINA. *Las estadísticas minero energéticas 1991-2002* trabajan otros indicadores relevantes para el sector como son los títulos mineros vigentes a 2001 por departamento para el sector de los materiales de la construcción y los precios en boca de mina para la liquidación de regalías, que son definidos por resolución, con una periodicidad semestral.

Un trabajo más ambicioso que realizó para la UPME la firma consultora Proeza en 2001, titulado *Mecanismos para Dinamizar e Impulsar el Subsector de Materias Primas Minerales de Construcción en Colombia* reconstruye y proyecta a futuro la oferta y la demanda de materiales de la construcción en diferentes regiones del país para las principales ciudades y sus áreas de influencia, así como los costos involucrados en el proceso de extracción y comercialización. En el trabajo se hace una recolección exhaustiva de información, considerando en forma desagregada cada uno de los materiales de la construcción. La información de oferta se reconstruye a través de los títulos mineros vigentes, mientras que la demanda se estima a través del seguimiento a los bienes finales en que se utilizan los materiales.

El estudio calcula que Bogotá crece a razón de 158 mil habitantes por año, expandiéndose en 538 hectáreas por año. Usando los estimativos del POT y la historia de construcción de la ciudad, el estudio proyecta una construcción cercana a los 4 millones de metros cuadrados por año hasta 2008 y estima que se construirán 31 km de vías cada año, 160 mil metros de acueducto y alcantarillado y 251 mil metros cuadrados de edificaciones de recreación y deporte en promedio. Estas cantidades resultan en una demanda del orden de 6 millones de metros cúbicos de materiales de construcción por año.

Otro esfuerzo interesante es el realizado por Ingeominas en asocio con la Gobernación de Cundinamarca en 1996. Con el fin de identificar las características de la minería de materiales de la construcción y los daños al medio ambiente derivados de explotaciones activas y abandonadas, estas entidades realizaron un inventario geológico, minero y ambiental para apoyar el diseño de una estrategia de aprovechamiento de los recursos existentes. En desarrollo de este inventario en una primera fase se visitaron 840 explotaciones que, para el año de realización del estudio, representaban el 90% de las minas en la Sabana de Bogotá. El 66% de las minas visitadas se encontraron activas, y se encontró que el 57% se dedicaba a la extracción de arcilla, el 23% a arenas, el 14% a recebos, el 3% a gravas, el 2% a arenisca y el 1% a triturados.

Este estudio consiguió una primera aproximación a la situación de empleo de las minas y encontró 6380 empleos generados por el sector de materiales de construcción y arcilla en la Sabana.

Sólo 18% de las minas encuestadas afirmaron tener licencia ambiental y 54% dijeron no tener título minero o licencia ambiental. Se encontró que las

minas dedicadas a la extracción de grava y triturado (objeto de este estudio), se encuentran en los mayores rangos de producción, están ubicadas principalmente en los Conos del río Tunjuelo y en Río Frío, y tienen el menor porcentaje de minas abandonadas, y el mayor porcentaje de legalidad minera y ambiental. Este estudio concluyó que, a excepción de las gravas, la Sabana de Bogotá tiene suficientes materiales de construcción para satisfacer la demanda. No es clara, sin embargo, la aproximación a la demanda que permite llegar a esta conclusión.

En una segunda fase de este estudio se visitaron los municipios con mayor producción según el Registro Minero de Cundinamarca, excluyendo los de la Sabana de Bogotá que incluidos en la primera fase del proyecto. Se escogieron 21 municipios agrupados en 3 zonas: Suroccidental, Suroriental y Nororiental. En cada uno de los municipios se visitaron las minas registradas en el Registro Minero y aquellas reportadas por las alcaldías, autoridades regionales o habitantes que tuvieran conocimiento de su existencia, intentando capturar de alguna manera la informalidad de la zona. El estudio hizo un análisis detallado de la actividad de extracción en los municipios escogidos y determinó el tipo de extracción, el número de empleados, la producción anual (en algunos casos), y los impactos ambientales del mineral en cuestión, entre otros.

Recientemente, la Gobernación de Cundinamarca realizó otro estudio sobre la minería en los municipios de Soacha y Tocancipá[2]. Su principal objetivo era el de proponer la integración de áreas mineras de materiales de construcción. En desarrollo de este estudio se diseñó una encuesta para la recolección de información desde una óptica de caracterización geológica y ambiental que permitiera identificar las posibilidades de integración.

Una aproximación al empleo generado por la industria de extracción de materiales de construcción fue realizada por el SENA (2003) en el estudio Caracterización Ocupacional del sector minero colombiano, que intentó definir los grupos ocupacionales relevantes y claves en el proceso productivo del sector minero. Las cifras de empleo que arroja este estudio no son robustas a nivel regional.

---

[2] Gobernación de Cundinamarca.

CAPÍTULO DOS

Revisión de la normatividad relacionada con el sector

Existen diversas normas que actualmente rigen el sector de los materiales de construcción. La Constitución de 1991 señala que el Estado debe intervenir en la explotación de recursos naturales y garantizar la preservación de un ambiente sano[3]. El código minero vigente (Ley 685 de 2001) define la actividad minera en el país y da las principales herramientas para su adecuado desarrollo[4]. Este código busca, además, modernizar la legislación Colombiana con el fin de hacerla más clara y aplicable. Así mismo, la actividad minera y cualquier actividad que pueda generar daños ambientales directa o indirectamente, se rige por la Ley 99 de 1993, en la que se creó el Ministerio del Medio Ambiente y se establecieron algunos aspectos relativos a la priorización de los recursos ambientales, su manejo, control y regulación. Por último, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), que promueve la construcción de un modelo de desarrollo y organización de la región, basado en la estructuración del uso del suelo, es otra de las normas que interviene en la regulación del sector minero, según los lineamientos determinados en la legislación nacional.

El desarrollo del sector de los materiales de construcción ha estado, en gran medida, determinado por la legislación que lo influye, bien sea de manera directa o indirecta. Uno de los principales problemas a los que se ha enfrentado este sector es la variabilidad que ha sufrido la normatividad en el tiempo, creando complicaciones en su seguimiento y en su adecuada apli-

---

3 Artículo 334 de la Constitución de 1991.

4 En este código se definen los materiales de construcción de la siguiente manera: "*para todos los efectos legales se consideran materiales de construcción*, los productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También, para los mismos efectos, son materiales de construcción, los materiales de arrastre, tales como arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales".

cación. A continuación se presenta un recuento de la normatividad que afecta el sector, agrupada en cuatro temas relevantes: títulos mineros, regalías, zonas compatibles y ordenamiento territorial. El Anexo 1 contiene un cuadro resumen de esta legislación.

1. Títulos mineros

Antes de la entrada en vigencia del Código Minero actual, el sector de materiales de construcción se regía por el Código Minero de 1988 (Decreto 2655 de 1988), a partir del cual este sector empezó a ser regulado como tal. En este código se determinó que el Ministerio de Minas sería el ente encargado de regular la gran minería[5] y de otorgar los títulos mineros, que llevaban implícito un permiso ambiental. Posteriormente, con la aparición de la Ley 99 de 1993, se estableció que el Ministerio del Medio Ambiente sería la autoridad ambiental de la gran minería, encargada de otorgar licencias ambientales a los títulos que el Ministerio de Minas entregara y de verificar que cumplieran con los requisitos del caso. Para la pequeña minería está competencia quedó en manos de las corporaciones regionales (para Bogotá y Cundinamarca, el DAMA y la CAR).

En muchas ocasiones un título minero abarca a la vez zonas rurales y urbanas. En la región de Bogotá y Cundinamarca este hecho ha dado origen a conflictos de competencias entre las corporaciones con jurisdicción sobre la región (DAMA de Bogotá y CAR de Cundinamarca), dando como resultado la ausencia de regulación en ciertas áreas y la doble supervisión en otras.

El Código de Minas vigente (artículo 30) se aproxima al tema de ilegalidad, otro de los grandes problemas del sector de materiales de construcción. Exige que los materiales explotados en el país y utilizados en cualquier obra, industria y servicios, acrediten su procedencia lícita mediante certificación de origen expedida por el beneficiario del título minero o constancia expedida por la respectiva Alcaldía. Así mismo, especifica que las minas y canteras cercanas a la construcción de obras públicas de las cuales se utilicen materiales de construcción, deberán estar amparadas por títulos mine-

[5] Gran minería definida según el Decreto 0385 de 1985.

ros vigentes. La extracción de materiales sin el debido título minero vigente constituye un delito contemplado en el artículo 244 del Código Penal.

2. Regalías

La Constitución colombiana de 1991 (en los artículos 58, 332 y 360) establece el pago de regalías como contraprestación a la explotación minera en el país. Dispone que los municipios y departamentos donde se adelanta la extracción compartirán con el Estado dichas regalías.

El código minero vigente especifica que las regalías serán un porcentaje fijo o progresivo de lo que se explote y sus subproductos, calculado a partir del precio en boca de mina del mineral.

3. Zonas compatibles

El Código de Minas de 2001 define las áreas en las cuales se restringe la actividad minera, por diferentes motivos. El primero se trata de las zonas de *reservas especiales*, en las cuales existen explotaciones mineras informales. El Gobierno limita temporalmente las nuevas propuestas de minería, con el fin de que las comunidades que hayan ejercido las explotaciones mineras tradicionales realicen estudios geológico-mineros y posteriormente desarrollen proyectos mineros que sean estratégicos para el país.

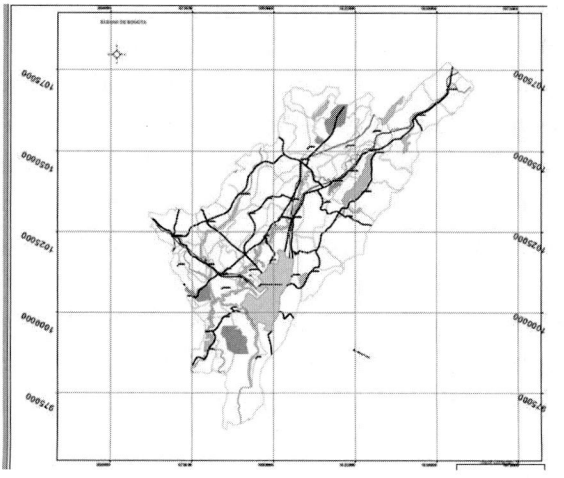
Adicionalmente, el Código de Minas identifica las *áreas de seguridad nacional* en las que el Gobierno considera apropiado evitar la explotación por motivos de seguridad, y define las *zonas excluibles de la minería*, que corresponden a aquellas zonas que pertenecen al sistema de parques nacionales naturales, a parques naturales de carácter regional y a las zonas de reserva forestal, que delimite geográficamente la autoridad ambiental con base en estudios.

La autoridad ambiental limita las zonas compatibles con la minería a partir de la expedición de la Ley 99 de 1993, de acuerdo con la cuál es tarea de las autoridades ambientales identificar las zonas en las que la actividad minera es aceptable desde el punto de vista del medio ambiente. La reglamentación de esta disposición, ha generado conflictos y confusión en el sector, como se verá más adelante.

Con respecto al territorio de la Sabana de Bogotá, la Ley 99 de 1993 (artículo 61) fue más específica. En ella expresamente se define la Sabana de Bogotá como zona de interés ecológico nacional, y se determina que su destinación prioritaria es la agropecuaria y forestal. Se deja espacio para que el Ministerio del Medio Ambiente defina zonas compatibles con la minería, pero la decisión de otorgar o negar las licencias ambientales queda en manos de la Corporación Autonoma Regional de Cundinamacara -CAR- (DAMA en el caso de Bogotá).

El proceso de reglamentación de la disposición que ordena identificar las zonas de la Sabana de Bogotá compatibles con la minería ha sido complejo. La primera de tres resoluciones que abordan esta tarea es la resolución 222 de 1994, que definió, a partir de un acercamiento estrictamente medio ambiental, unas zonas compatibles en la Sabana y prohibió el desarrollo de la actividad minera dentro de los perímetros urbanos (ver Mapa 1). De acuerdo con esta resolución las minas que estuvieran por fuera de las zonas compatibles deberían cerrar de inmediato. El primer problema con las disposiciones de esta resolución, que fue identificado rápidamente, fue el de

Mapa 1. Mapa de zonas compatibles - resolución 222 de 1994 (Zonas compatibles en gris)



Fuente: Ingeominas.

ignorar los peligros ambientales que se derivarían del abandono de las minas ubicadas en las zonas no compatibles. Para remediarlo, se emitió la resolución 249 de 1994 que estipuló que las empresas extractoras, ubicadas en zonas incompatibles con la minería, deberían formular un *plan de manejo, recuperación o restauración ambiental del terreno.*

El segundo problema con las disposiciones de la resolución 222 de 1994, identificado de manera más paulatina en el tiempo, es que en la identificación de las zonas compatibles con la minería en la Sabana de Bogotá, el Ministerio de Medio Ambiente desconoció la pre-existencia de títulos mineros, de suerte que dio lugar a confusión en el estatus de legalidad de algunas de las minas que a la fecha de su expedición se encontraban activas. Unas de ellas, con título minero, ubicadas en zonas no compatibles de acuerdo con esta resolución, quedaron en situación de ilegalidad frente a la norma ambiental. Otras, de carácter informal, sin título minero, adquirieron un carácter legal bajo la nueva normatividad (ver Mapa 2).

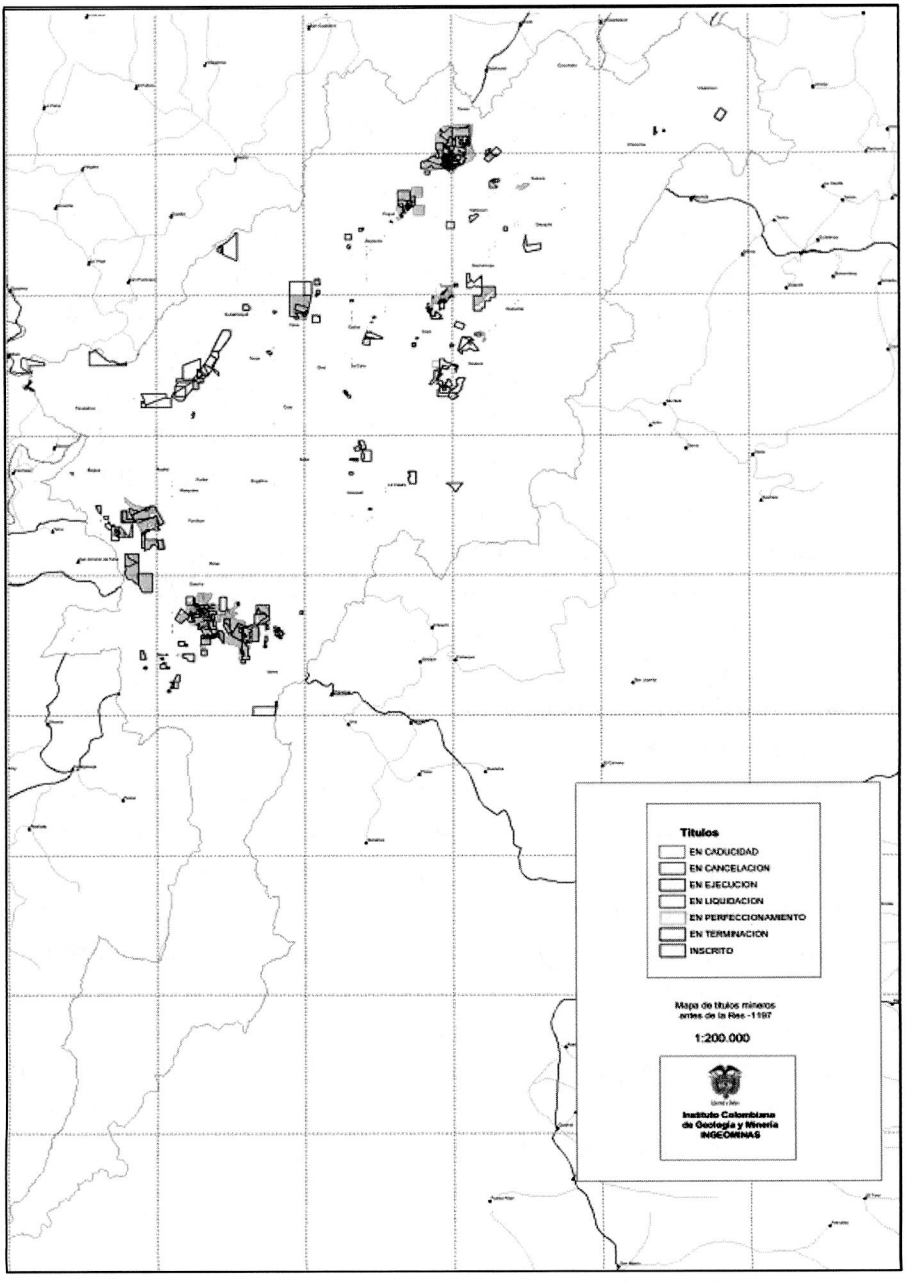
Adicionalmente, posterior a la resolución 222 de 1994, el Ministerio de Minas y Energía ha concedido títulos mineros para la explotación de arcillas en zonas incompatibles con la minería, por entender que las disposiciones sobre zonas compatibles hacen referencia únicamente a arenas, gravas y gravillas. Hay desacuerdo entre las autoridades que rigen el sector con respecto a esta interpretación.

Por su parte, la preexistencia de títulos en zonas consideradas posteriormente no aptas para la minería, ha suscitado numerosas discusiones. La Corte Constitucional ha fallado, con base en que la Constitución obliga al Estado a intervenir en la explotación de los recursos naturales y garantizar el ambiente sano, en favor de la preservación del medio ambiente, argumentando que ésta debe primar sobre los derechos previamente adquiridos[6]. Este pronunciamiento tiene importantes implicaciones sobre la estabilidad jurídica deseable para propiciar la inversión privada. Una sentencia que niega los derechos adquiridos por un inversionista implica un cambio en las reglas de juego inicialmente pactadas. Para el sector minero, al que se quisieran atraer los grandes capitales privados, es un mal precedente.

---

[6] Sentencia C-534 de 1996.

Mapa 2. Títulos antes de Resolución 1197



Fuente: Ingeominas.

Con el fin de subsanar los problemas a los que dio origen la resolución 222 de 1994, diez años más tarde el Ministerio del Medio Ambiente emitió la resolución 813, en la que redefine las zonas compatibles con la minería en la Sabana de Bogotá. Los problemas de esta nueva definición, aparentemente originados en errores de carácter cartográfico, son tan evidentes, que tres meses más tarde el Ministerio la reemplazó con la resolución 1197.

La nueva definición de las zonas aptas para minería consignada en la resolución 1197 de 2004, parte de los mapas del *interés minero* de la Sabana de Bogotá realizados por Ingeominas[7], según los cuales más del 70% de la Sabana resulta ser de *interés* geológico (ver zonas grises en Mapa 3). Estas zonas de *interés* fueron evaluadas por el Ministerio de Medio Ambiente de acuerdo con criterios como los contenidos de materia orgánica y ecosistemas particulares de los suelos de la región, si se trataba de zonas de bosques[8], páramo o subpáramo[9] o llanuras aluviales, entre otros criterios (ver Anexo 2 con todos los criterios). De acuerdo con esta metodología, quedaron identificadas 14 zonas compatibles con la explotación minera en la Sabana de Bogotá (ver Mapa 3).

Las numerosas variaciones de la normatividad relacionada con las zonas compatibles con la actividad minera, y la evidente falta de lineamientos claros en esta materia, han resultado en costos considerables para la actividad minera. Si bien es cierto que la autoridad ambiental debe velar por el buen estado del medio ambiente, la manera en la que se viene ejerciendo esta función en relación con el sector de la minería de materiales de la construcción ha dado lugar a confusión. Como ya se ha señalado, uno de los problemas más evidentes es el desconocimiento por parte de la autoridad ambiental de las disposiciones que el mismo gobierno dictó con anterioridad a la

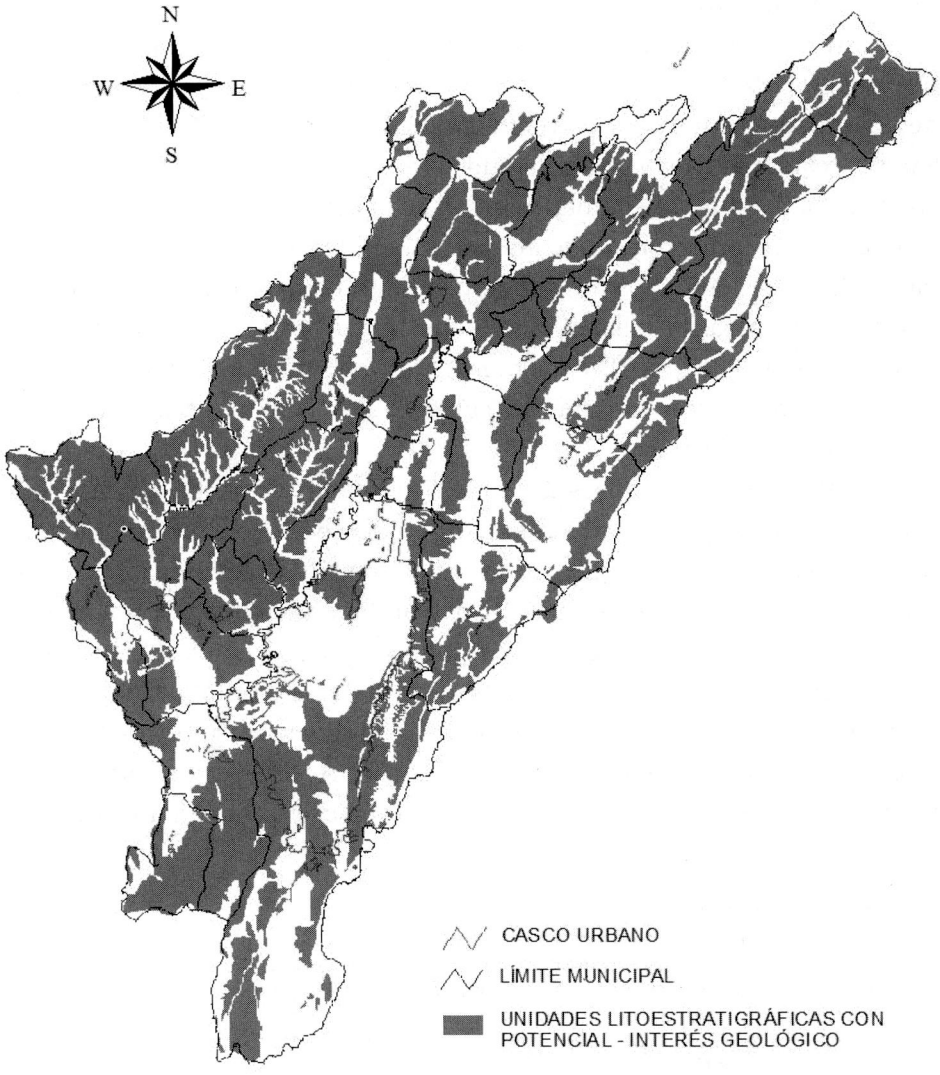
---

7 Una zona de interés minero es aquella en la que existe material minero para explotar, pero no tiene en cuenta consideraciones ambientales tal que pueda determinarse si dicha zona es apta la explotación y por tanto puede considerarse una zona con potencial minero.

8 En la resolución 76 de 1977 se declararon dos reservas forestales nacionales: una protectora en el artículo 1° (Bosques Orientales de Bogotá) y otra protectora-productora en el artículo 2º (Cuenca alta del río Bogotá).

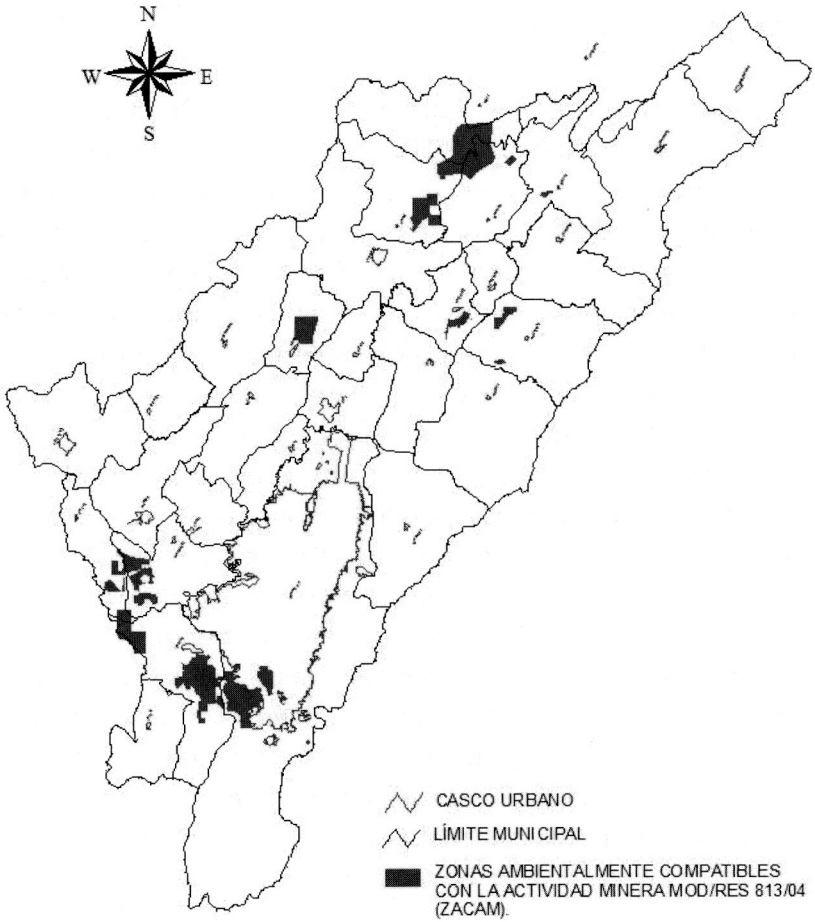
9 Determinado según la elevación sobre el nivel del mar (2650 m sobre el nivel del mar) o la pendiente de elevación (mayor que 45°).

Mapa 3. Zonas de interés geológico y zonas compatibles con la minería (Resolución 1197 de 2004)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Mapa 3. Zonas de interés geológico y zonas compatibles con la minería (Resolución 1197 de 2004) *(Continuación)*



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Ley 99 de 1993. El repaso de la historia reciente de la determinación de zonas compatibles con la minería obliga a considerar si no sería más razonable rescatar las disposiciones de los Códigos de Minas de 1988 y 2001, de acuerdo con las cuales la tarea de la autoridad sería delimitar las zonas no compatibles con la minería y no lo contrario.

4. Ordenamiento territorial

Paralelo a la normatividad descrita, existe el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, Decreto Distrital 619 de 2000), que es el lineamiento con el cual cuenta Bogotá para promover la construcción de un modelo de desarrollo y organización de la región, basado en la estructuración del uso del suelo[10]. La Ley 99 establece que los municipios y el Distrito Capital deben expedir la reglamentación del ordenamiento territorial, teniendo en cuenta las disposiciones sobre zonas compatibles que se establecen en dicha ley y las demás que expida el Ministerio del Medio Ambiente.

Con relación a la minería, en el POT se toman medidas para la mitigación del riesgo en zonas de extracción minera, procurando por la estabilidad del suelo y la recuperación morfológica de las zonas en donde se permite la extracción. El POT de Bogotá contempla dos tipos de áreas relacionadas con la actividad minera. En primer lugar, los parques minero industriales, que son zonas con un manejo especial y concertado en donde se adelantan extracciones mineras. En segundo lugar, las áreas de suspensión de la actividad minera, que son aquellas en las que, por determinación de la autoridad ambiental, se debe detener la extracción y adelantar una recuperación morfológica, urbanística y paisajista para su uso urbano.

El parque minero industrial, definido en el POT como un área en la que se permite el desarrollo de la actividad minera por un tiempo determinado

---

[10] La ley 388 de 1997 establece que el plan de ordenamiento territorial (POT) es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal. Está ley indica que los municipios deberán "...reglamentar de manera específica los usos del suelo en las áreas urbanas, de expansión y rurales de acuerdo con las leyes, a optimizar los usos de las tierras disponibles y coordinar los planes sectoriales, en armonía con las políticas nacionales y los planes departamentales y metropolitanos", y define las competencias en material de ordenamiento territorial.

y que a su vez constituye una zona de desarrollo estratégico para el Distrito, tiene dentro de sus objetivos principales el aprovechamiento del potencial minero del Distrito, de forma tal que se mitiguen los efectos ambientales negativos y se garanticen los insumos necesarios para las obras de infraestructura y vivienda de la ciudad. Otro objetivo es el de establecer mecanismos que permitan el uso futuro de los suelos al término de la actividad minera.

En 2003 se expidió el Decreto Distrital 469, por medio del cual se actualizó el POT de 2000. En el artículo 51 de este decreto se introdujo una herramienta para regular los Parques Mineros del Tunjuelo, Usme y Mochuelo, llamada el Plan de Ordenamiento Minero Ambiental. Adicionalmente se determinó que tales parques mineros serían formulados e implementados por entes particulares, bajo la supervisión y coordinación del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) y del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). En este decreto se estableció que ambas entidades encargadas de la supervisión de los Parques Mineros deberían entregar las directrices de manejo a más tardar en 2004. Entre otras funciones, el Plan de Ordenamiento Minero Ambiental debe establecer las condiciones en las cuales los particulares deben dejar el suelo, para el desarrollo de usos futuros, una vez finalizada la explotación.

En el mismo decreto 469 (artículo 82) se determinó que los títulos mineros ubicados dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, obtenidos antes de que dichas áreas fueran declaradas protegidas, priman sobre el régimen de usos de éstas. Los titulares podrán continuar con la extracción y deberán presentar los planes de recuperación para los terrenos que hagan parte de un Área Protegida, contemplando la restauración del ecosistema nativo y como uso final, el que se ajuste al régimen correspondiente de acuerdo con la categoría y el Plan de Manejo del Área.

Con este decreto se incorporó al POT el objetivo de recuperar y restablecer totalmente la zona explotada, según los usos señalados en el Plan de Ordenamiento Minero Ambiental. Se agregó también que el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) y el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) serían los encargados de realizar e imponer los Planes de Ordenamiento Minero Ambiental en caso de que los beneficiarios de los títulos mineros en la zona o parque correspondiente incumplieran el plazo establecido.

Dentro de los proyectos enmarcados en el POT para adelantar en el sur de la ciudad, se encuentran aquellos relacionados con la operación del Río Tunjuelo en sus diferentes etapas. Con relación al área de explotación minera, el POT dispone la reorientación de la explotación minera, con el fin de obtener la readecuación morfológica de la zona, y su transformación en un parque minero industrial.

5. Evaluación ambiental estratégica

En el último año se ha venido gestando una propuesta por parte del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para incorporar la metodología de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) en la reglamentación del artículo 61 de la ley 99 de 1993. Esta alternativa, en forma más general, ya había sido tenida en cuenta en el plan nacional de desarrollo 2002-2006 y en el plan de acción del MAVDT para el 2005.

Una EAE es un instrumento para incorporar la dimensión ambiental en la toma de decisiones estratégicas antes de que estas se realicen, que ha ganado relevancia desde principios de este siglo[11]. Se aplica a planes y programas de entidades sectoriales o a planes de ordenamiento territorial, y se ha planteado como una metodología apropiada para definir las áreas compatibles con la minería en un territorio estratégico. El EAE minero contemplado hasta el momento está enfocado primordialmente a la determinación de las zonas compatibles con la minería en la Sabana de Bogotá que debe realizar el Ministerio del Medio Ambiente, y sería el resultado de un trabajo conjunto entre éste y el Ministerio de Minas y Energía.

El Programa de Aprovechamiento Sostenible de los Minerales de la Sabana de Bogotá está en sus primeras fases. Ya existe una propuesta metodológica para la implementación de la EAE, que contempla la realización de un inventario de la información ambiental y sectorial existente (minería y actividades conexas), de un diagnóstico situacional minero-ambiental de la Sabana

[11] El parlamento europeo aprobó una directiva sobre evaluación ambiental en 2001, adicionalmente la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) promovió la firma de un protocolo para que los países se comprometieran a incorporar EAEs que se firmó en KIEV en 2003.

de Bogotá y de un acuerdo con los demás actores estratégicos, sobre una propuesta de contenidos del sistema de información ambiental. La implementación de esta metodología puede tener efectos importantes sobre las zonas compatibles con la minería determinadas por la resolución 1197 de 2004.

CAPÍTULO TRES

Caracterización del sector de materiales de construcción

La actividad minera, en particular la relacionada con la extracción de materiales de la construcción, se ha caracterizado por una alta participación de actores informales. La gran cantidad de recursos disponibles, la "facilidad" de obtención de los mismos y la falta de mecanismos efectivos de control por parte de las autoridades, han dado lugar a un sector con un alto nivel de informalidad. Por esta razón la disponibilidad de información oficial del sector es altamente limitada y por tanto su caracterización empírica exige trabajar con un número de supuestos.

La definición de materiales de la construcción que propone el Aggregate Handbook y que se usa en este trabajo, es *cualquier combinación de arena, gravas, gravillas y piedras trituradas en su estado natural o procesado*. Sin embargo, no todas las fuentes de información agregan los materiales de construcción de la misma forma, ni recolectan la información con los mismos niveles de desagregación. En particular, para algunas fuentes, las arcillas son parte de los materiales de construcción y no son separables de estos. En los casos puntuales en que esto ocurre, el trabajo lo señala.

La información que se utiliza en esta sección proviene de diversas fuentes. A nivel nacional la Encuesta Anual Manufacturera, las Cuentas Nacionales del DANE, y la matriz de insumo-producto del DANE-DNP son fuentes complementarias de información oficiales sobre cantidades producidas y valor de la producción nacional. La UPME ofrece estimativos sobre número de minas, área de explotación, producción, y demanda regional. Ingeominas aporta el inventario minero regional de 1996. Adicionalmente, Ingeominas aporta información actualizada de los títulos mineros de materiales de la construcción, que permite identificar, a la fecha, 428 minas activas. De la gobernación de Cundinamarca se obtienen estudios sobre la minería de Soacha y Tocancipá, e información sobre la distancia a Bogotá de cada uno de los municipios de Cundinamarca en los que hay explotaciones de materiales de construcción. La información sobre el valor agregado de la actividad

de extracción de materiales de la construcción proviene de las Cuentas Económicas de la Secretaría de Hacienda Distrital, y la información de cantidades de materiales de la construcción provenientes de otros departamentos del país, cuyos destinos son Bogotá y otros municipios de Cundinamarca, es recogida por el Ministerio de Transporte. Este Ministerio también ofrece estimativos sobre costos del transporte para los distintos tipos de camiones y la ANDI hace una proyección de estos costos para 2004. La información de peajes y rutas proviene del Invías, el INCO y DEVISAB.

Finalmente, la industria privada legal de extracción cuenta con estimativos acerca de la capacidad de producción de la región de Bogotá y Cundinamarca, por zonas. Esta información se presenta en el Anexo 3, para que sea posible calibrar la distancia entre las cifras que manejan los diferentes entes gubernamentales y las que son familiares a la industria, pero no se utiliza en los cálculos que ofrece este documento, por no tratarse de información oficial.

1. Caracterización del mercado a nivel nacional

1.1. Número de explotaciones

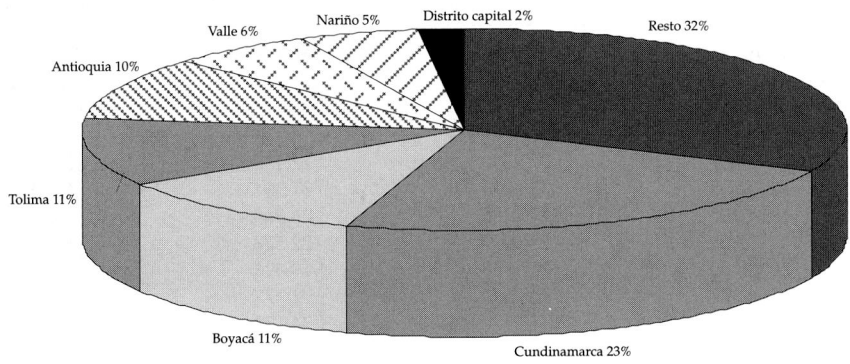
Las cifras disponibles en la UPME[12] señalan que a mayo de 2002 existían 1201 títulos mineros vigentes de materiales de construcción en todo el país. Cundinamarca, en conjunto con el distrito capital, participaba con el 25% de las minas, seguido por Boyacá, Tolima y Antioquia con el 11%, el 11% y el 10% respectivamente (ver Gráfico 1). De acuerdo con SENA (2003), el 100% son explotaciones a cielo abierto, 32% proveniente de depósitos residuales y 68% a manto de banco.

1.2. Empleo

Utilizando la información existente sobre empleo en explotaciones de materiales de construcción de algunos municipios de Cundinamarca, se estimó la productividad por empleado en metros cúbicos del municipio más pro-

[12] Fuente original Minercol Ltda.

Gráfico 1. Títulos mineros vigentes de materiales de construcción por departamento a mayo de 2002



Fuente: UPME (Minercol Ltda.). En Estadísticas minero-energéticas 1991-2002.

ductivo, del municipio promedio ponderado por el aporte al empleo total y del municipio menos productivo de la muestra. Con la información de la EAM se estimó la cantidad de metros cúbicos de materiales de construcción que implicaría un peso de producción en cada caso. Aplicando estas relaciones al valor de la producción de los materiales de construcción contenido en las Cuentas Nacionales, se calculó una cifra del empleo ocupado en la explotación de materiales de la construcción a nivel nacional[13]. En el Cuadro 1 se presentan los resultados. La varianza entre escenarios es significativa. En 2000, al suponer una productividad laboral tan baja como la de la zona Molinos del Sur, el empleo generado por la extracción de materiales de la construcción resulta del orden de 355 mil puestos de trabajo. En el mismo año, si la productividad laboral de la nación hubiera sido igual a la del promedio ponderado de los municipios de la sabana contenidos en el inventario geológico de Ingeominas (1996), el empleo que resulta es de 34.176 puestos de trabajo. Finalmente, si en los cálculos se toma la productividad

[13] El valor de la producción de materiales de construcción de las Cuentas Nacionales incorpora algunos ajustes para tener en cuenta la producción informal. Se trata sin embargo de una aproximación que no considera la demanda por materiales de origen informal proveniente del sector de construcción informal.

Cuadro 1. Estimativo del empleo generado por la extracción de materiales de construcción a nivel nacional por escenarios de productividad

Año	Producción en millones de metros cúbicos	Número de empleados - diferentes escenarios de productividad		
		Menor productividad 161 m^3/E	Productividad promedio 1,673 m^3/E	Mayor productividad 5,919 m^3 /E
1994	37,57	233.352	22.456	6.347
1995	52,37	325.294	31.304	8.848
1996	44,08	273.786	26.348	7.447
1997	37,69	234.097	22.528	6.368
1998	32,50	201.858	19.426	5.491
1999	36,77	228.370	21.977	6.212
2000	57,18	355.136	34.176	9.660

Fuente: EAM - Cuentas Nacionales (DANE), Ingeominas - GdeC (1996). Cálculos de los autores.

laboral de Mondoñedo[14], el empleo total resultante es de 9,960 personas. Seguramente el cálculo que mejor se acerca a la realidad es el intermedio.

SENA (2003) calcula que el empleo de todo el sector minero es inferior a los 125,000 puestos de trabajo. Este estudio estima que en los 80s el empleo del sector de materiales de construcción era cercano a los 12,000 puestos de trabajo, y que en el 2003 era cercano a los 15,000. Estas cifras son cercanas al escenario de minería con mayor productividad, lo que indica que podrían estar subestimadas.

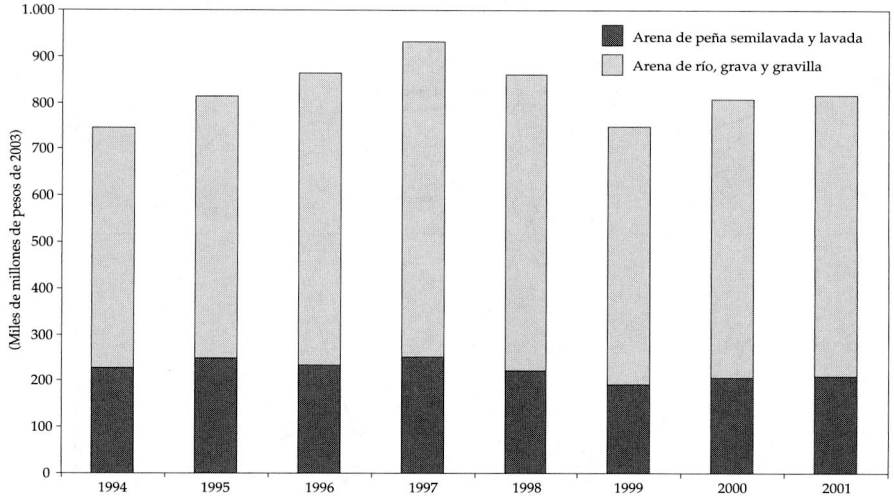
1.3. Producción

a. Cantidad y valor

De acuerdo con las cifras oficiales, la producción nacional de materiales de la construcción osciló entre los 700 mil millones y los 900 mil millones anuales (pesos de 2003) en el período 1994-2001. La participación del sector en la producción bruta total fue de 0,20% en 2001 y en 1994, su punto máximo a lo largo del período observado, alcanzó a ser el 0,27% (ver Gráficos 2 y 3).

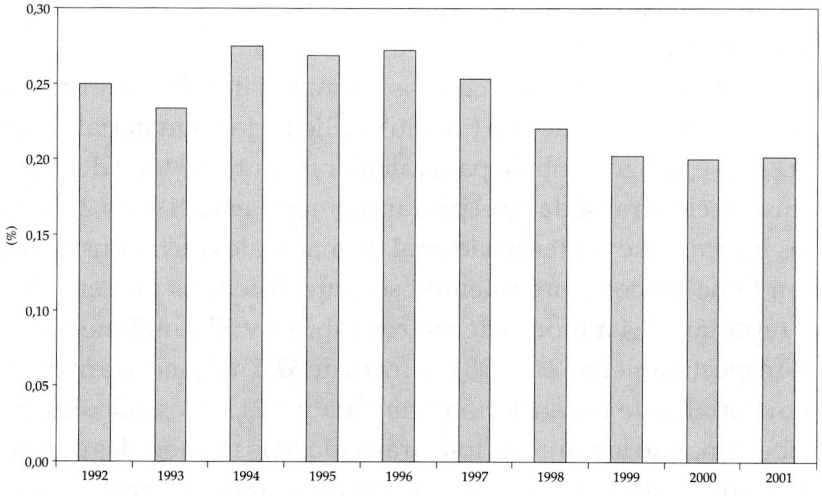
[14] Principalmente extracción de recebos.

Gráfico 2. Valor bruto de la producción nacional de materiales de construcción



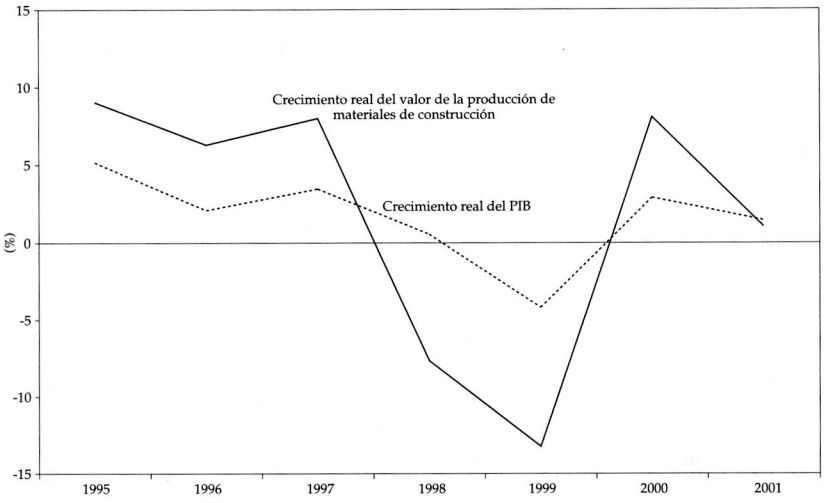
Fuente: Cuentas Nacionales (DANE).

Gráfico 3. Participación de los materiales de la construcción en la producción nacional



Fuente: Cuentas Nacionales (DANE).

Gráfico 4. Crecimiento del PIB y de la producción nacional de materiales de construcción



Fuente: Cuentas Nacionales (DANE).

La participación de las Arenas de peña semi-lavadas y lavadas y las Arenas de río, las gravas y las gravillas se mantuvo relativamente constante a través del tiempo, siendo siempre mayor el peso de las Arenas de río, las gravas y las gravillas, del orden del 73% sobre el total de la producción en promedio a lo largo del período.

La relación ente los metros cúbicos de materiales de construcción y el valor en pesos de la producción (precio implícito de los materiales), obtenida de la EAM, se utilizó también para calcular la cantidad total de materiales de la construcción transada en el país anualmente entre 1994 y 2000. Los resultados indican que la oferta nacional de materiales de la construcción en volumen tiene un comportamiento oscilante. Mientras que en 1995 y en 2000 se reportan 52,4 millones de metros cúbicos y 57,2 millones de metros cúbicos respectivamente, en 1998 la cifra es de 32,5 millones de metros cúbicos de materiales de construcción (ver Cuadro 2). Estos cálculos pueden estar subestimando la cantidad total transada, si los materiales que demanda la industria manufacturera son de mayor calidad y precio que el promedio de los materiales de construcción que se comercian en el país.

Cuadro 2. Aproximación a la cantidad de materiales de la construcción comerciada (Millones de metros cúbicos)

Año	Cantidad comerciada de materiales de construcción -aproximación - millones de m^3
1994	37,57
1995	52,37
1996	44,08
1997	37,69
1998	32,50
1999	36,77
2000	57,18

Fuente: Cuentas Nacionales y EAM del DANE y cálculos de los autores.

b. Composición de la demanda

Esta sub-sección busca caracterizar la demanda de materiales de construcción, distinguiendo la demanda directa de materiales no procesados[15], de aquella indirecta por insumos manufacturados que a su vez utilizan estos materiales como insumo.

Demanda total de la construcción

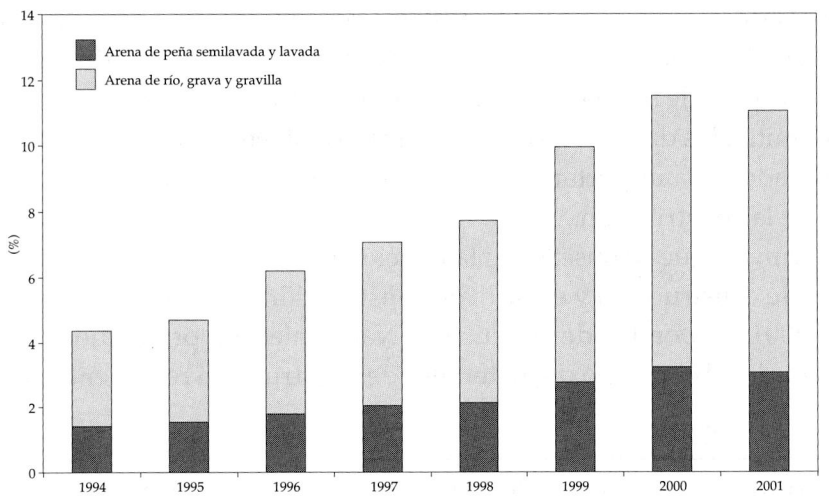
La demanda final de materiales de construcción proviene en su totalidad del sector de la construcción. Lamentablemente la información oficial disponible no tiene el nivel de desagregación que permitiría identificar directamente el peso de los materiales de construcción en ese sector. Los cálculos que permiten los datos disponibles tienen por objeto entregar una medida aproximada de la importancia del sector como proveedor de insumos del sector de la construcción.

Lo primero que se observa es la relación entre el consumo total de materiales de construcción y el gasto en construcción de vías y edificios entre 1994 y 2001, disponible de las Cuentas Nacionales. En promedio, durante este período, el consumo de materiales de construcción representó el 7,8%

[15] Por materiales procesados se entiende los materiales de construcción que han pasado por un proceso en la industria manufacturera que los transforma, o los mezcla con otros productos tales como el cemento o el asfalto, antes de ser adquiridos por la industria de la construcción.

anual de los gastos en este tipo de construcciones. Curiosamente se observa una tendencia creciente de esta participación. Mientras que en 1994 el gasto en materiales de construcción representó un poco más del 4% del gasto total en construcción de vías y edificios, en 2001 esta participación fue del 11% (ver Gráfico 5). Esta tendencia puede tener varias posibles explicaciones. Por una parte, puede ser resultado de la manera en la que han evolucionado los precios relativos de los materiales de construcción y de la construcción respectivamente (ej. es posible que la participación de materiales de construcción en la producción no haya cambiado sustancialmente, pero que estos se hayan encarecido en el tiempo más que otros insumos de la construcción). Por otra, es posible que en efecto la construcción se haya concentrado en el tiempo en obras cuya construcción requiere proporciones más altas de materiales de construcción. Finalmente, este primer ejercicio presume que la construcción de vías y edificios demanda el 100% de la producción de materiales de construcción. Es posible, sin embargo, que el consumo creciente de materiales de construcción corresponda a una participación creciente de estos últimos en otros sectores. En este caso, la participación de los materia-

Gráfico 5. Participación de los materiales de construcción en el gasto en construcción de vías y edificios en pesos constantes a nivel nacional



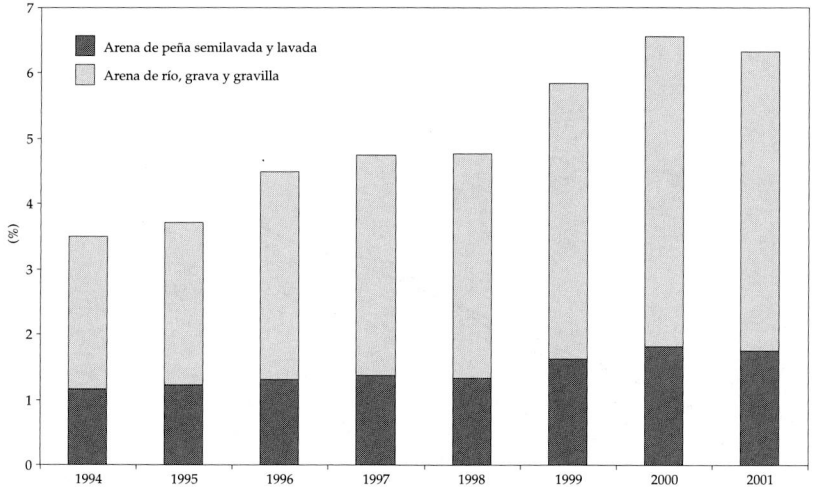
Fuente: Cuentas Nacionales (DANE).

les de construcción dentro de los insumos de la construcción de vías y edificios estaría siendo sobre-dimensionada.

El cálculo del peso de los materiales de construcción dentro del total de los costos es interesante por cuanto permite dimensionar el impacto posible de un alza en el precio de los mismos. Un alza del 10% en el precio de los materiales impactaría, en el caso extremo, sólo un 11% de los costos, resultando en un impacto total de 1,1% sobre los costos de la construcción.

El Gráfico 6 presenta la relación entre el valor del consumo de materiales de construcción y el gasto total en obras de ingeniería, sector dentro del cual está contenido el de la construcción de vías y edificios y que tiene una demanda adicional por materiales de construcción, procesados o sin procesar, para la producción de algunos otros de sus bienes finales[16]. La participación de los materiales de construcción sigue mostrando una tendencia creciente entre 1994 y 2001, aunque más moderada que en el ejercicio anterior. En efecto,

Gráfico 6. Participación de los materiales de construcción en el gasto en construcción de obras de ingeniería en pesos constantes a nivel nacional



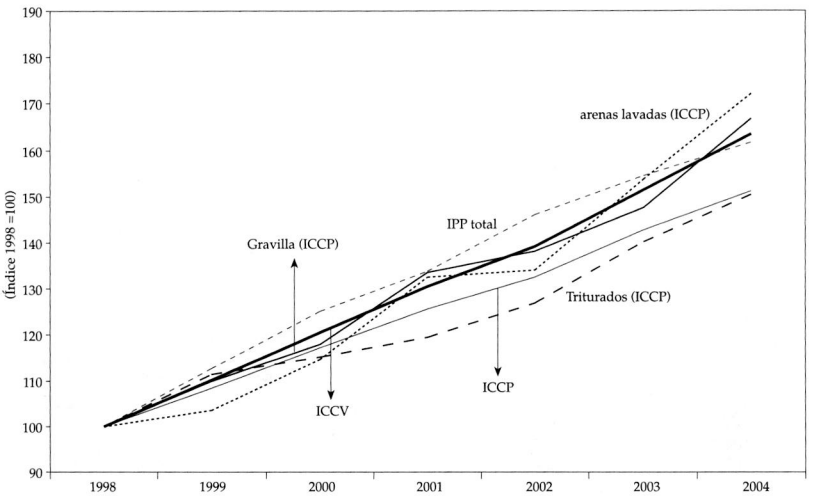
Fuente: Cuentas Nacionales (DANE).

[16] Vías férreas, aeropuertos, vías de agua, puertos y represas, tuberías, construcciones para la minería y construcciones agropecuarias.

no tener en cuenta la demanda de sectores diferentes al de vías y edificios impacta la tendencia. Sin embargo, no es suficiente para explicarla por completo.

El Gráfico 7 presenta la evolución de los precios de los materiales de construcción (arenas, gravas y triturados[17]), la de los precios del sector de la construcción de vías (Índice de Costos de la Construcción Pesada, ICCP) y edificios (Índice de Costos de la Construcción de Vivienda, ICCV) y la de los precios de la producción en general (Índice de Precios al Productor, IPP). Para efectos de poder comparar las diversas dinámicas, los índices de precios se normalizan, igualándolos a 100 en 1998. Lamentablemente las series de precios de los materiales de construcción no están disponibles para el mismo período que las de las figuras anteriores. Sin embargo, El Gráfico 7 muestra que hasta 2000 los precios de los materiales de construcción aumentaron a un ritmo menor que el de los demás insumos de la construcción. Esto indicaría que en efecto la demanda de materiales de construcción ha tendido a aumentar como proporción de la demanda de insumos de la construcción.

Gráfico 7. Evolución de los precios de los materiales de construcción



Fuente: DANE. Cálculos de los autores.

[17] Para mayor claridad sobre los materiales de construcción agrupados bajo cada categoría en las fuentes oficiales, ver glosario.

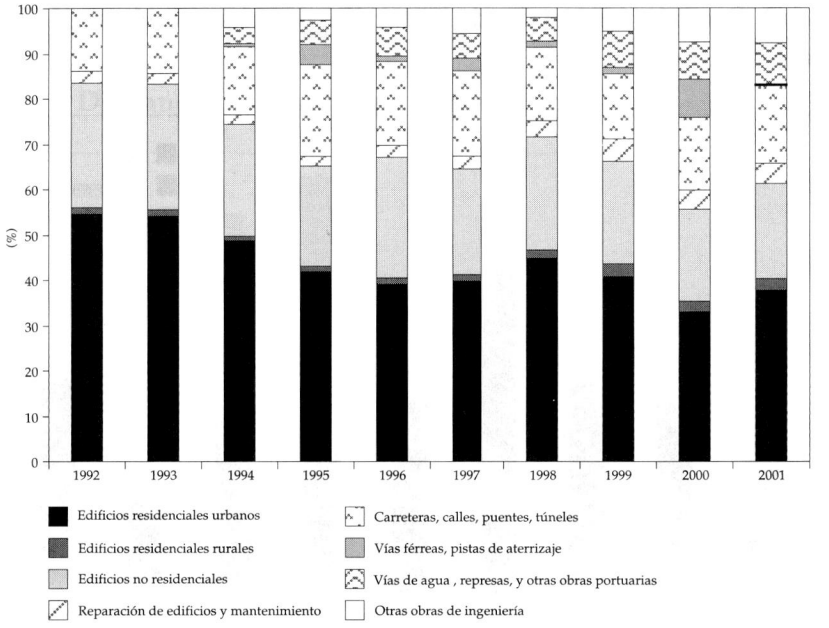
El Gráfico 8 muestra que entre 1992 y 2001 el sector de obras civiles experimentó una recomposición importante entre la construcción de edificios y la de vías y otras obras de ingeniería. Si estas últimas son más intensivas en la utilización de materiales de construcción, como es presumible, esto contribuiría a explicar la participación creciente de los materiales de construcción en el gasto total el sector.

El Gráfico 7 permite también observar que las arenas y gravas tuvieron una mayor inflación de precios durante el período completo que la construcción, mientras que los precios de los triturados aumentaron a un ritmo más bajo. Sobre esto se volverá más adelante.

Demanda indirecta de la construcción

Una porción de la producción de materiales de construcción entra como insumo a la industria manufacturera para ser triturada, o mezclada para la

Gráfico 8. Composición del sector de obras civiles

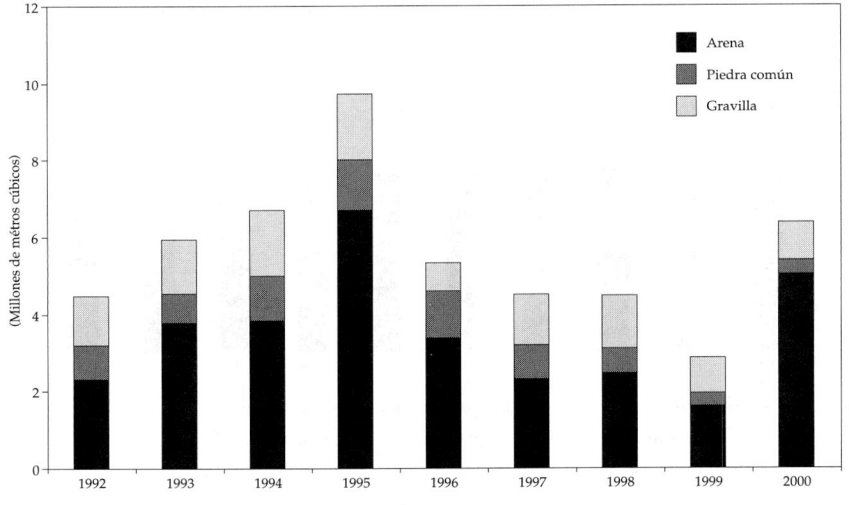


Fuente: Cuentas Nacionales (DANE).

creación de concreto o de otras mezclas para la construcción o para la formación de prefabricados de concreto. En esta sub-sección se utiliza la información de la EAM para dimensionar la demanda del sector que tiene su origen en la industria. Esta demanda hace parte de la demanda total del sector de la construcción que se intentó caracterizar arriba: corresponde a la demanda del sector de la construcción por materiales de construcción procesados.

Se encuentra que, en promedio entre 1992 y 2000, la industria demandó 5,6 millones de metros cúbicos anuales de materiales de construcción. La mayor demanda del período ocurrió en 1995 cuando la industria manufacturera demandó más de 9,7 millones de metros cúbicos de materiales de construcción. El impacto de la recesión de 1999 sobre el sector es evidente. Ese año el volumen demandado fue de sólo 2,9 millones de metros cúbicos. En el año 2000, se observa una recuperación importante con respecto a los años anteriores. Este es el último año para el cual existe información oficial disponible (ver Grafico 9).

Gráfico 9. Compras nacionales de materiales de construcción según la EAM en metros cúbicos



Nota: La piedra común y la gravilla se convirtió de toneladas a metros cúbicos en una proporción 1Ton= 0,70 m^3.
Fuente: Encuesta anual Manufacturera (DANE).

Cuando se considera la participación de los diferentes tipos de materiales de construcción, se encuentra que la arena es el agregado con mayor demanda. Se encuentra también que durante la segunda mitad de los noventas, las gravas redujeron su participación, especialmente en valor (Gráfico 10).

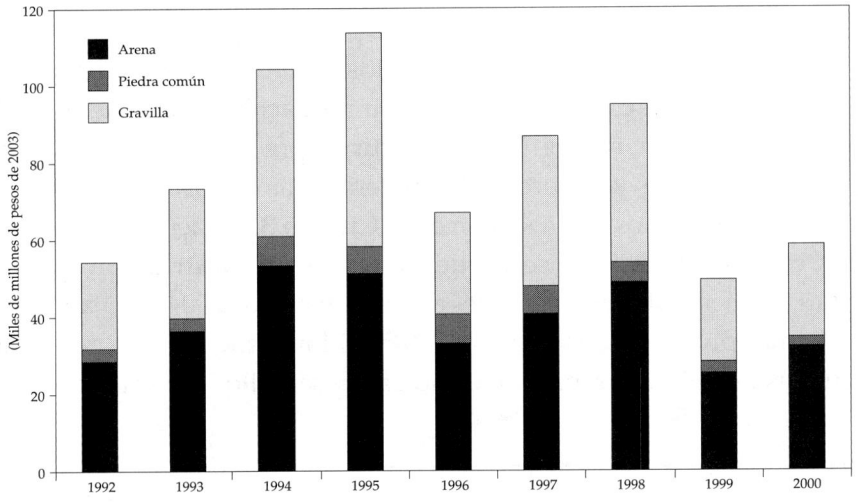
Finalmente, la matriz de insumo-producto (DNP-DANE) disponible para 2001, permite identificar con un buen nivel de detalle los sectores manufactureros que demandan materiales de construcción y sus respectivas participaciones. Esta información se presenta en el Gráfico 11. Como puede observarse, la demanda está concentrada en *Preparación de hormigón* (55%), *Productos de hormigón* (15%) y *Asfalto y sus mezclas para pavimentación, techado y construcción* (7%).

1.4. Aporte fiscal

a. Regalías

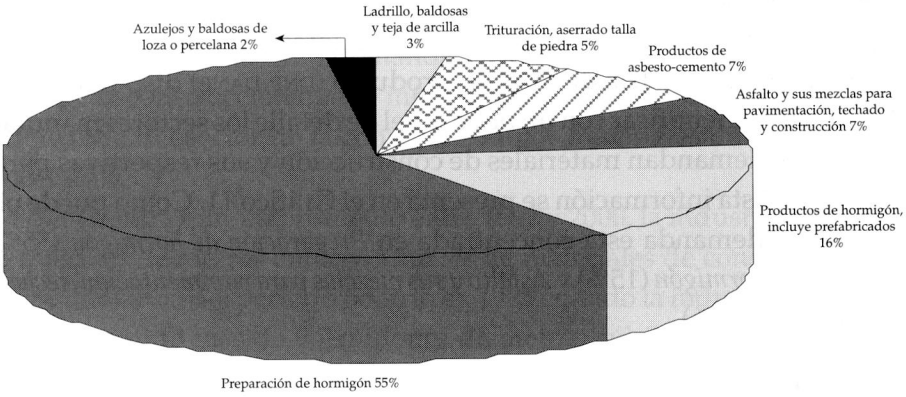
En Colombia el subsuelo es propiedad de la Nación y en esa medida, toda actividad de extracción exige el pago de regalías. La legislación establece que para los materiales de construcción, las regalías corresponden al 1% del

Gráfico 10. Demanda de la industria manufacturera



Fuente: EAM-DANE e ICP-DANE. Cálculos de los autores.

Gráfico 11. Composición de la demanda por materiales de construcción de la industria manufacturera, 2001



Fuente: DANE-EAM, DNP-Matriz de insumo producto 2001. Cálculos de los autores.

precio base en boca de mina. Este precio lo calcula la UPME y corresponde al precio nacional promedio en boca de mina reportado. Las regalías se distribuyen entre el municipio o distrito productor (67%), el departamento en donde se ubica este municipio (20%), los municipios o distritos portuarios (3%) y el Fondo Nacional de Regalías (10%).

Debido a la imposibilidad de establecer el ingreso del estado por concepto de regalías por la extracción de materiales de construcción en forma directa[18], a continuación se presenta un ejercicio que permite aproximarse a este ingreso a nivel nacional. Tomando los cálculos de producción realizados en desarrollo del presente estudio a partir de la información disponible en Cuentas Nacionales, se estimaron las regalías a partir del precio base promedio entre los distintos materiales y del precio del material más costoso a diciembre de cada año. Los resultados se presentan en el Cuadro 3. De acuerdo con estos cálculos, entre 1994 y 2000, el sector de materiales de construcción aportó al Estado un promedio de 4,635 millones anuales (pesos de 2004) por año en el escenario más probable, de los cuales 3,105 millones fueron a los gobiernos municipales de los municipios en donde se desarrollo la extracción.

---

18 En el Departamento Nacional de Planeación la desagregación de las regalías según su fuente se encuentra en proceso.

Cuadro 3. Aproximación a los ingresos por regalías totales por concepto de la extracción de los materiales de construcción

	Cantidad comerciada de materiales de construcción -aproximación- millones de m3	Regalías en millones de pesos de 2004 (promedio precio base en boca de mina a diciembre de cada año)	Regalías en millones de pesos de 2004 (precio base en boca de mina para el material más costoso en cada año)
1994	37,57	4.802	6.339
1995	52,37	6.545	8.607
1996	44,08	5.299	6.969
1997	37,69	4.466	5.875
1998	32,50	3.300	4.341
1999	36,77	3.418	4.496
2000	57,18	4.616	6.288

Fuente: EAM, Cuentas Nacionales (DANE), UPME y cálculos de los autores.

b. Impuesto de renta e IVA

El aporte fiscal asociado a la extracción de materiales de construcción por concepto de impuesto de renta e IVA, que reporta la DIAN, señala que la industria contribuye con 9,269 millones anuales (pesos de 2004) en promedio, durante el período 1998-2003. Este valor representa cerca del 0,1% del recaudo nacional anual por ambos conceptos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ingresos por impuestos de renta e IVA por concepto de la extracción de los materiales de construcción*

	Cifras en millones de pesos de 2004		
Año gravable	**Impuesto de renta**	**IVA**	**Total**
1998	4.293	5.986	10.279
1999	2.932	5.359	8.291
2000	3.181	4.421	7.602
2001	2.952	4.098	7.050
2002	3.333	5.577	8.910
2003	4.217	8.186	12.403
2004	4.143	6.208	10.350

* Estos ingresos también incluyen los impuestos recaudados por la extracción de arcillas. Sin embargo, la participación de arcillas, que se deduce de las cuentas nacionales, es inferior a 1%.
Fuente: División de Estudios Fiscales-DIAN.

2. Caracterización del mercado de materiales de la construcción en Bogotá y Cundinamarca

En esta sección se caracteriza el mercado de materiales de construcción de la región de Bogotá y Cundinamarca a partir de la información secundaria disponible. Para dimensionar adecuadamente el sector y su contribución a la economía de la región en un contexto de información muy limitada, se presentan ejercicios que resultan de la combinación de la información disponible con algunos supuestos. Siempre que es así, los supuestos se señalan de manera explícita, y en general se procura recurrir a ellos lo menos posible.

2.1. Oferta

a. Número de minas

No existe un inventario actual del número de minas de materiales de construcción que existe en la región de Bogotá y Cundinamarca y en los municipios aledaños que atienden la demanda de la región. La información disponible proviene principalmente de dos fuentes secundarias: los ejercicios realizados por Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca en 1996 y los realizados por Proeza en 2001 para la UPME. Ambos tuvieron por objeto dimensionar el mercado de materiales de construcción de la región[19]. Adicional a estos estudios existe la base de datos de títulos mineros que maneja Ingeominas, que tiene limitaciones, no sólo porque entrega información sólo acerca de la minería formal, sino también por graves problemas de subreporte, relacionados con el hecho de que la información que se consigna en los títulos es potencialmente útil como control al cálculo de las regalías que debe pagar cada explotación minera.

En esta sección se combina la información de las diversas fuentes, señalando las inconsistencias, cuando las hay, para entregar una aproximación al número de explotaciones que atienden la demanda de la región.

El inventario realizado por la Gobernación de Cundinamarca con Ingeominas (Fase I) tiene el valor de ser el único intento por contar directamente

[19] El estudio de Proeza revisó también otros mercados regionales.

la totalidad de explotaciones mineras de materiales de construcción, sin distinciones por formalidad o informalidad. Los resultados de este ejercicio, que encontró que en la sabana de Bogotá había un total de 168 minas activas, se presentan en el Cuadro 5.

El estudio de Proeza, realizado en 2001, fue un esfuerzo en otra dirección, que se concentró en la recopilación y organización de los títulos y expedientes mineros. Es a partir de este trabajo que la UPME construyó la base de datos del sector con la que trabaja en la actualidad. Se trata indudablemente del mayor esfuerzo por dimensionar la minería formal de materiales de construcción. En este estudio se identificaron 46 explotaciones en el área metropolitana (25 en Soacha y 21 en Bogotá) y otras 250 explotaciones que se consideraron *dentro del área de oferta* de Bogotá.

La información de los títulos que actualmente posee Ingeominas indica que en la Sabana hay, a la fecha, un total de 171 minas vivas, es decir, con título vigente o en proceso de renovación[20] (ver Cuadro 6, en gris). La información de títulos que posee Ingeominas no permite identificar las minas activas. En esta medida se trata de información que no es comparable con la del ejercicio de campo realizado en 1996. De la tabla se destaca el hecho de que el mayor número de minas vivas se encuentra ubicado en Soacha (31 minas), Tocancipá (24 minas) y Bogotá (21 minas).

Cuadro 5. Material explotado y estado de actividad minera (Número de minas)

Mineral	Activas	Inactivas	Abandonadas	Intermitentes	Ocasionales
Arenisca	13	1	1	0	0
Arena	76	23	88	3	8
Grava	17	1	5	0	0
Triturado	7	1	1	1	0
Recebo	55	8	41	7	5
Total	**168**	**34**	**136**	**11**	**13**

Fuente: Inventario geológico minero ambiental - Gobernación de Cundinamarca/Ingeominas, 1996.

[20] Ingeominas tiene en cuenta en su análisis el total de títulos "vivos" y no sólo los títulos que se encuentran vigentes.

Cuadro 6. Número de minas y área del título por municipio (Bogotá y Cundinamarca)

Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²	Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²
Albán	2	3.550	Nariño	3	497
Anapoima	2	408	Nemocón	1	675
Apulo	7	9.859	Nilo	10	27.091
Arbeláez	1	260	Nocaima	1	4.860
Beltrán	5	8.320	Pacho	3	5.516
Bogotá	21	16.543	Pandi	1	52
Bojacá	8	6.256	Paratebueno	1	53
Cajicá	2	252	Pasca	4	5.622
Caparrapí	10	3.934	Puerto Salgar	3	10.967
Cáqueza	6	1.812	Quebradanegra	1	550
Carmen de Carupa	3	14.599	Ricaurte	9	20.201
Cogua	5	1.031	San Antonio Tequendama	5	859
Cucunubá	1	162	San Cayetano	1	600
Chía	4	1.778	San Francisco	6	7.624
Chipaque	1	1.484	San Juan de Río Seco	4	2.019
Choachí	1	151	Sasaima	1	79
Chocontá	2	5.138	Sibaté	12	5.564
El Rosal	8	22.475	Silvania	2	117
Fusagasugá	1	164	Simijaca	2	181
Gachancipá	2	2.595	Soacha	31	15.274
Gachetá	3	2.032	Sopó	6	461
Girardot	3	5.300	Subachoque	6	14.324
Granada	3	2.320	Sutatausa	6	1.032
Guacheta	3	2.034	Tabio	7	10.058
Guaduas	11	14.629	Tausa	7	254
Guasca	9	13.710	Tena	1	0
Guataquí	2	493	Tibacuy	2	890
Guayabetal	2	2.746	Tocaima	1	394
Jerusalén	2	5.090	Tocancipá	24	5.620
La Calera	5	6.504	Ubaque	1	826
La Mesa	1	296	Une	2	1.008
La Palma	2	328	Útica	9	10.152
La Vega	1	30	Viani	1	650
Lenguazaque	3	101	Villapinzón	1	3.001
Machetá	1	36	Villeta	5	4.937
Madrid	1	128	Zipaquirá	1	164
Manta	2	6.000	**Total Sabana**	**171**	**141.607**
Medina	3	6.387	**Resto de Cundinamarca**	**167**	**199.302**
Mosquera	8	9.803	**Total región**	**338**	**340.909**

Fuente: Ingeominas.

La sabana de Bogotá no es la única fuente de materiales de construcción para la capital. Otros municipios de Cundinamarca también son proveedores de materiales de la construcción. Ingeominas reporta la existencia de 338 títulos mineros (167 títulos por fuera de la sabana de Bogotá) con una superficie de explotación de 341 millones de metros cuadrados de material, tomando en conjunto la Sabana de Bogotá y los demás municipios de Cundinamarca. Por fuera de la Sabana, los municipios de mayor importancia para la capital como proveedores de materiales de construcción, según el número de títulos, son Guaduas (11 títulos mineros), Caparrapí (10 títulos), Nilo (10 títulos), Ricaurte (9 títulos), Útica (9 títulos) y Apulo (7 títulos). Si se selecciona por superficie de explotación, Carmen de Carupa y Puerto Salgar ganan importancia a pesar de contar con 3 títulos mineros.

En otros departamentos cercanos también se extraen materiales de construcción que sirven para surtir la demanda de la capital en caso de que la producción regional no pueda cubrirla. En el Cuadro 7 se presenta el número de minas y el área de éstas para el departamento del Meta y del Tolima que han sido tradicionalmente las mayores fuentes de agregados para la capital por fuera de la Sabana. En conjunto los dos departamentos cuentan con 155 títulos que ocupan 23,122 hectáreas, con un mayor peso de Tolima que participa con el 59% de los títulos y 65% del área.

b. Producción

Estudio Ingeominas y Gobernación de Cundinamarca (1996)

El inventario realizado por Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca en 1996 recogió información sobre la producción de materiales como arenisca, arena, grava, triturado y recebo por zonas de la Sabana. Esta información

Cuadro 7. Número de minas y área del título por departamento (Meta y Tolima)

Departamentos cercanos	Número de títulos	Área en miles de m²
Tolima	91	151.222
Meta	64	79.995
Total	**155**	**231.217**

Fuente: Ingeominas.

se presenta en el Cuadro 8. Este estudio encuentra que la producción anual total de materiales de construcción de la Sabana de Bogotá ese año fue de 8.3 millones de metros cúbicos. Usme, Tabio-Tenjo y La punta-Subachoque eran las zonas de mayor importancia en cuanto a la oferta de gravas. La oferta de arena dependía en gran medida de la oferta de Sibaté-Soacha, La Caro-Briseño, Gachancipá-Tocancipá y Usaquén. La oferta de triturados era provista casi en su totalidad del Mochuelo y de Usme. En recebos la oferta estaba más dispersa, siendo Mondoñedo, Sibaté-Soacha, El Codito y Mochuelo los mayores proveedores.

El Cuadro 9 presenta la oferta de otros municipios identificados en la Fase II del mismo estudio. En esta segunda fase del inventario, realizada para Cundinamarca, se encontró que en la mayoría de municipios del Departamento existían explotaciones de materiales de construcción, siendo Girardot, Cáqueza, Choachí, Chipaque, Tausa, Villeta y Guaduas los municipios con explotaciones de mayor tamaño. No existe, sin embargo, un registro de pro-

Cuadro 8. Producción anual reportada

Zona	Arenisca m^3	Arena m^3	Grava m^3	Triturado m^3	Recebo m^3
Sibaté, Soacha	4.588	333.954	-	-	485.450
Sopó, Sesquilé, Guasca Guatavita	-	-	60.000	-	20.000
El Codito	1.440	162.000	-	-	347.920
Checua	-	5.032	-	-	-
Sisga, Chocontá, Villa Pinzón	-	40.670	70.000	-	1.800
La Punta, Subachoque	-	72.000	659.200	-	103.344
Mondoñedo (Mosquera, Madrid)	-	94.080	24.000	-	633.600
Facatativá	-	-	-	-	38.400
Usme	-	50.000	1.584.000	382.000	70.000
Tabio, Tenjo	-	-	535.000	-	-
La Caro, Briceño	2.400	444.680	-	-	5.762
Usaquén	5.184	236.400	-	34.320	144.000
Cogua	-	-	2.640	-	4.200
Gachancipá, Tocancipá	-	253.256	-	-	103.200
Suesca, Nemocón	900	-	-	-	144.000
Chía, Cota	-	-	-	-	-
Sector Oriente	-	-	-	-	75.000
Mochuelo	-	105.490	-	360.000	318.500
Molinos del Sur	-	-	-	-	-
Zipaquirá, Cajicá	-	-	-	24.000	186.880
Total	14.512	1.797.562	2.934.840	800.320	2.682.056

Fuente: Inventario geológico minero ambiental - Gobernación de Cundinamarca/Ingeominas, 1996.

Cuadro 9. Producción anual reportada - Cundimanarca

Zona	Mineral	Producción m³/año
Apulo	Gravas	43.120
Guaduas	Gravas	9.100
Ricaurte	Arenas	80.430
Útica	Gravas	5.950
Villeta	Gravas	4.095

Fuente: Inventario geológico minero ambiental - Gobernación de Cundinamarca/Ingeominas, Fase II, 1997 y cálculos de los autores.

ducción para todos los municipios. El ejercicio de recolección de datos se concentró en este caso en 5 municipios. De este ejercicio, Ricaurte surge como un proveedor importante de arena; la oferta total de gravas de los otros 4 municipios se calculó en cerca de 62 mil metros cúbicos por año.

Más recientemente, el estudio de Proeza (2001) estimó la oferta de materiales de construcción de Bogotá y sus municipios de influencia[21] para los años 1992 a 2001, en metros cúbicos, con base a la información de los títulos mineros recolectada. Los cálculos para Bogotá se presentan en el Cuadro 10, y la oferta total de Bogotá y sus municipios de influencia se presentan en el Cuadro 11. Estos resultados indican que Bogotá produjo grandes cantidades de arena de río y conglomerado[22], gravas y gravillas entre 1995 y 1998, aportando entre el 68% y el 85% de la producción regional registrada de arena de río, y entre el 80% y el 91% de la producción regional registrada de conglomerados, gravas y gravillas. Entre 1999 y 2001 la producción de materiales de la construcción en Bogotá cayó drásticamente, como también cayó la producción en la región.

Según este estudio, la producción total de materiales de construcción en Bogotá en 2001, fue de 0,4 millones de metros cúbicos mientras que en 1997 llegó a registrarse una producción total de 3.3 millones de metros cúbicos. Sumando la producción total de la región, las cantidades totales fueron 0,8 millones y 4,5 millones de metros cúbicos respectivamente.

[21] Algunos de estos municipios están ubicados por fuera de Cundinamarca (Norte de Tolima y Meta).

[22] Para mayor claridad sobre lo que agrupa cada categoría de materiales de construcción, ver Glosario.

Cuadro 10. Producción histórica de materiales de construcción en Bogotá (m^3)

Año	Arena común	Arena de río	Conglomerado, gravas y gravillas	Pétreos	Recebo	Total agregados pétreos
1992	-	-	-	-	11.000	11.000
1993	-	-	-	-	7.200	7.200
1994	176.766	-	-	42.000	27.800	246.566
1995	77.930	995.100	995.100	4.800	19.400	2.092.330
1996	66.922	959.000	1.039.000	4.980	196.080	2.265.982
1997	58.555	1.551.430	1.634.130	43.709	107.660	3.395.484
1998	380.300	842.465	842.470	6.000	70.240	2.141.475
1999	100.420	448.420	448.420	1.000	156.900	1.155.160
2000	9.100	474.760	428.320	-	52.100	964.280
2001	20.400	176.250	176.250	-	1.200	374.100

Fuente: UPME (2002).

Cuadro 11. Producción de materiales de construcción de Bogotá y su área de oferta (m^3)

Año	Arena común	Arena de río	Conglomerado, gravas y gravillas	Pétreos	Recebo	Total agregados pétreos
1992	79.618	86.400	86.400	3.883	19.563	275.864
1993	112.019	104.650	104.650	4.565	177.894	503.778
1994	436.888	101.050	165.753	118.304	138.275	960.270
1995	367.834	1.408.110	1.246.875	158.224	202.488	3.383.531
1996	234.749	1.276.470	1.173.935	18.828	413.665	3.117.647
1997	397.343	1.830.320	1.801.120	261.846	257.674	4.548.303
1998	592.856	1.235.078	1.125.159	416.505	281.090	3.650.688
1999	386.706	747.077	637.495	93.302	310.861	2.175.441
2000	315.164	758.480	613.040	42.180	281.584	2.010.448
2001	25.650	393.100	303.100	16.586	35.520	773.956

Fuente: UPME (2002).

Las cantidades reportadas de producción de materiales de construcción en Bogotá y sus municipios de influencia en el estudio de Proeza (2001) para 1996 son inferiores a las del inventario realizado por Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca ese año. Como se señaló, el objeto de estudio de estos trabajos no es el mismo y en esa medida los resultados no son comparables.

En lo que resta de esta sección se utiliza la información del estudio de Proeza, en combinación con la base de datos de títulos mineros para la región que maneja Ingeominas, con el fin de obtener una aproximación al volumen de la producción del sector formal en 2005.

Oferta potencial de la minería formal

Con el fin de calcular la oferta de materiales de construcción en la Sabana de Bogotá y en toda Cundinamarca, se asignó a cada uno de los títulos de minas vivas de la base de Ingeominas para 2005, el último valor de producción de la mina reportado en el estudio de Proeza. El cruce de esta información se realizó utilizando los números de los títulos mineros y tiene la limitación de suponer que la capacidad de producción de cada explotación en 2005 es la misma que la del último dato reportado. Es imposible establecer la dirección del sesgo que esto induce, pues la producción de una mina en un momento dado del tiempo depende tanto de la magnitud de las reservas de la misma como de las condiciones de la demanda.

Para algunas de las minas "vivas" de la base de Ingeominas no hay información en la base de datos de Proeza. Sobre la producción de estas minas se requiere hacer algún supuesto. Se realizan cálculos para dos escenarios posibles: i) suponiendo que la cantidad explotada fue nula; ii) calculando la cantidad explotada en cada mina utilizando el promedio por metro cuadrado de la zona. Los resultados de estos ejercicios se presentan en el Cuadro12 (Sabana de Bogotá en gris).

Bajo el primer escenario, la oferta de materiales de construcción de la Sabana de Bogotá es 2,1 millones de metros cúbicos, y la oferta conjunta de la Sabana y toda Cundinamarca es de 2,6 millones de metros cúbicos. Bajo el segundo escenario, la oferta de materiales de construcción de la Sabana de Bogotá es 5,9 millones de metros cúbicos, y la oferta conjunta de la Sabana y toda Cundinamarca es de 16,2 millones de metros cúbicos. El primer escenario es una aproximación a la cota inferior de la oferta del sector en 2005. El segundo, puede tomarse como una cota superior.

No todas las explotaciones ofrecen los mismos materiales de construcción ni las mismas calidades. ASOGRAVAS identifica 7 municipios (Carmen de Carupa, Cogua, Chocontá, El Rosal, Guasca, Subachoque y Tabio) y las minas

Cuadro 12. Oferta potencial 2005 (Bogotá - Cundinamarca)

Municipio	Producción en miles de m³		Municipio	Producción en miles de m³	
	Minas sin datos producción = 0	Minas sin datos producción = promedio		Minas sin datos producción = 0	Minas sin datos producción = promedio
Albán	0	189	Nariño	25	95
Anapoima	0	23	Nemocón	20	20
Apulo	197	695	Nilo	0	1.507
Arbeláez	0	14	Nocaima	0	270
Beltrán	0	463	Pacho	0	307
Bogotá	754	1.763	Pandi	0	3
Bojacá	48	87	Paratebueno	0	3
Cajicá	0	0	Pasca	0	313
Caparrapí	0	219	Puerto Salgar	0	610
Cáqueza	15	16	Quebradanegra	0	31
Carmen de Carupa	0	812	Ricaurte	129	299
Cogua	33	45	San Antonio Tequendama	45	164
Cucunubá	0	9	San Cayetano	0	33
Chía	349	349	San Francisco	27	318
Chipaque	9	9	San Juan de Río Seco	0	112
Choachí	0	8	Sasaima	0	4
Chocontá	48	53	Sibate	22	30
El Rosal	8	1.435	Silvania	0	5
Fusagasugá	0	9	Simijaca	0	10
Gachancipá	13	13	Soacha	108	763
Gachetá	0	113	Sopó	21	29
Girardot	0	295	Subachoque	21	53
Granada	0	129	Sutatausa	0	57
Guachetá	0	113	Tabio	179	238
Guaduas	0	814	Tausa	0	14
Guasca	176	246	Tena	0	0
Guataquí	0	27	Tibacuy	0	50
Guayabetal	0	153	Tocaima	0	22
Jerusalen	0	283	Tocancipá	87	313
La Calera	86	86	Ubaque	4	4
La Mesa	0	16	Une	0	56
La Palma	0	18	Útica	0	565
La Vega	0	2	Viani	0	36
Lenguazaque	0	6	Villapinzón	0	160
Machetá	0	2	Villeta	0	275
Madrid	0	0	Zipaquirá	60	60
Manta	0	334	**Total Sabana**	**2.108**	**5.944**
Medina	0	355	**Resto de Cundinamarca**	**450**	**10.276**
Mosquera	75	186	**Total región**	**2.558**	**16.220**

Fuente: Pobreza (UPME), 2001 - Ingeominas. Cálculos de Fedesarrollo.

en el área del Tunjuelo, en Bogotá como las zonas en donde las explotaciones ofrecen gravas y gravillas de mejor calidad para la producción de concreto. El Cuadro 13 muestra la oferta calculada para estos municipios, que en el segundo escenario asciende a 3,3 millones de metros cúbicos de materiales[23].

Aunque el grueso de la oferta de materiales de la construcción proviene de las explotaciones ubicadas en Bogotá y en los municipios aledaños, algunas explotaciones en departamentos vecinos han servido como fuentes de materiales para la ciudad. En particular las explotaciones ubicadas en Meta y Tolima. Aunque la producción de materiales de construcción en estos departamentos también tiene como destino otras regiones, con el fin de dimensionar la oferta formal disponible para la región de Bogotá y Cundinamarca, en el Cuadro 14 (Tolima) y en el Cuadro 15 (Meta) se presentan los cálculos correspondientes a su producción total. En el escenario más optimista, la oferta del Meta alcanza 1,6 millones de metros cúbicos de materiales de construcción, y la de Tolima es de 0,4 millones de metros cúbicos.

Cuadro 13. Oferta potencial 2005, municipios seleccionados

Municipio	Produccion en miles de m³	
	Minas sin datos producción = 0	Minas sin datos producción = promedio
Bogotá	362	396
Carmen de Carupa	0	812
Cogua	33	45
Chocontá	48	53
El Rosal	8	1.435
Guasca	176	246
Subachoque	21	53
Tabio	179	238
Total Sabana	**827**	**2.467**
Resto de Cundinamarca	**0**	**812**
Total región	**827**	**3.280**

Fuente: Proeza (UPME), 2001 - Ingeominas. Cálculos de Fedesarrollo.

[23] Los estimativos para Bogotá resultan inferiores a los números que calcula ASOGRAVAS, del orden de 4 millones de metros cúbicos sólo para la zona del río Tunjuelo (ver Anexo 3). Esta diferencia refleja las deficiencias de la información oficial que maneja el gobierno.

Cuadro 14. Producción materiales de construcción - Tolima

Municipio	Producción en miles de m^3	
	Minas sin datos producción = 0	Minas sin datos producción = promedio
Alvarado	0	1
Ambalema	0	0
Armero (Guayabal)	0	n.d.
Cajamarca	0	2
Carmen de Apicala	81	85
Casabianca	0	1
Chaparral	0	0
Coello	82	114
Coyaima	0	1
Espinal	0	1
Flandes	0	1
Guamo	92	137
Herveo	0	0
Honda	0	0
Ibagué	0	2
Lérida	0	1
Melgar	0	1
Nilo	0	1
Ortega	0	6
Piedras	0	0
Ricaurte	0	1
Saldaña	0	1
Saldaña	0	0
San Juan de Río Seco	0	2
San Luis	0	5
Suárez	0	1
Valle de San Juan	0	1
Total Tolima	**256**	**365**

Fuente: Proeza (UPME), 2001 - Ingeominas. Cálculos de Fedesarrollo.

La información de las cargas transportadas a lo largo del país, que recoge el Ministerio de Transporte a través de un registro de la carga que pasa por las básculas de pesaje, sirve para dimensionar la oferta de materiales de construcción de otros departamentos, que en efecto atiende la demanda de Bogotá y Cundinamarca[24]. Como puede observarse en el Gráfico 12, en la

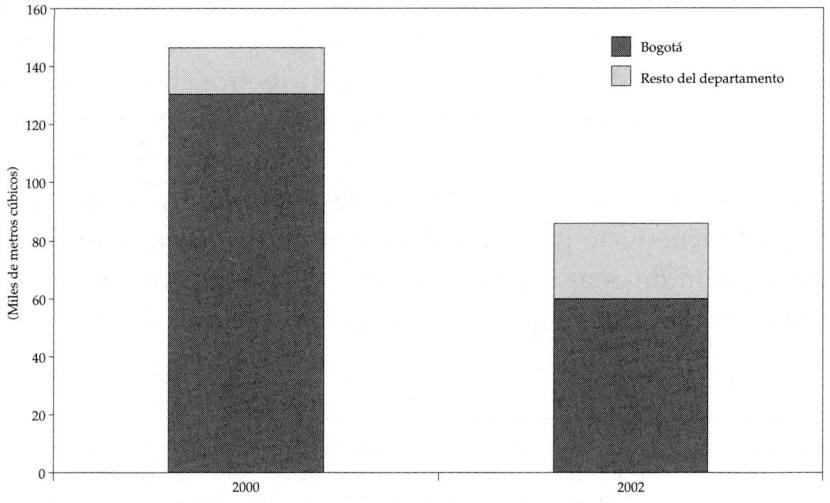
[24] Desde el punto de vista del presente estudio, esta información tiene dos limitaciones. Por una parte, incluye las arcillas entre los agregados. Por otra, tiene el problema de un aparente sub-registro. Sin embargo, permite dar una idea gruesa de la importancia de la oferta de estos departamentos en el mercado de la región.

Cuadro 15. Producción materiales de construcción - Meta

Municipio	Producción en miles de m^3	
	Minas sin datos producción = 0	Minas sin datos producción = promedio
Acacías	35	96
Castilla La Nueva	0	12
Cumaral	4	8
Fuente De Oro	0	56
Granada	0	10
Guamal	0	64
Lejanías	0	n.d.
Puerto Concordia	0	n.d.
Puerto Gaitán	0	13
Puerto Lleras	0	n.d
Puerto López	0	52
Villavicencio	63	1.265
Total Meta	**102**	**1.575**

Fuente: Proeza (UPME), 2001 - Ingeominas. Cálculos de Fedesarrollo.

Gráfico 12. Cantidades de materiales de construcción con destino a Bogotá y a Cundinamarca, procedentes de otros departamentos, según registro en básculas



Fuente: Ministerio de Transporte y cálculos de los autores.

que se presenta la información más reciente disponible, se trata de un volumen relativamente bajo. Hasta la fecha, la región puede considerarse autosuficiente en este mercado.

2.2. *Demanda*

No existe información oficial sobre el consumo de materiales de construcción de Bogotá[25]. Esta sección presenta brevemente los cálculos del estudio de Proeza (2002), que son a la fecha el intento más juicioso por aproximarse al mismo, y algunos ejercicios alternativos que permiten calificar esos resultados y establecer cuál es el rango posible de los valores con que opera este mercado.

a. Aproximación a la demanda, Proeza (2002)

El trabajo de Proeza (2002) estima la demanda total de materiales de construcción de Bogotá entre 1992 y 2002. En su aproximación metodológica considera separadamente la demanda de materiales en dos grupos: la demanda de materiales para construcción de edificaciones (vivienda y otras edificaciones) y la demanda de materiales para construcción de infraestructura básica (acueductos y alcantarillados, obras viales, recreación y deporte). Para calcular la primera, utiliza los metros cúbicos de construcción aprobados en las licencias de construcción otorgadas por ciudad y municipio. De los metros cuadrados de construcción pasa a metros cúbicos de materiales consumidos, utilizando el consumo promedio por metro cuadrado que arrojan varios modelos de edificación. Para la segunda, consulta la inversión anual que reportan los gobiernos locales en infraestructura vial, infraestructura de acueducto y alcantarillado e infraestructura de recreación y deporte. A partir de estas inversiones obtiene demandas de materiales en pesos, usando diferentes supuestos, y construye factores de utilización de

---

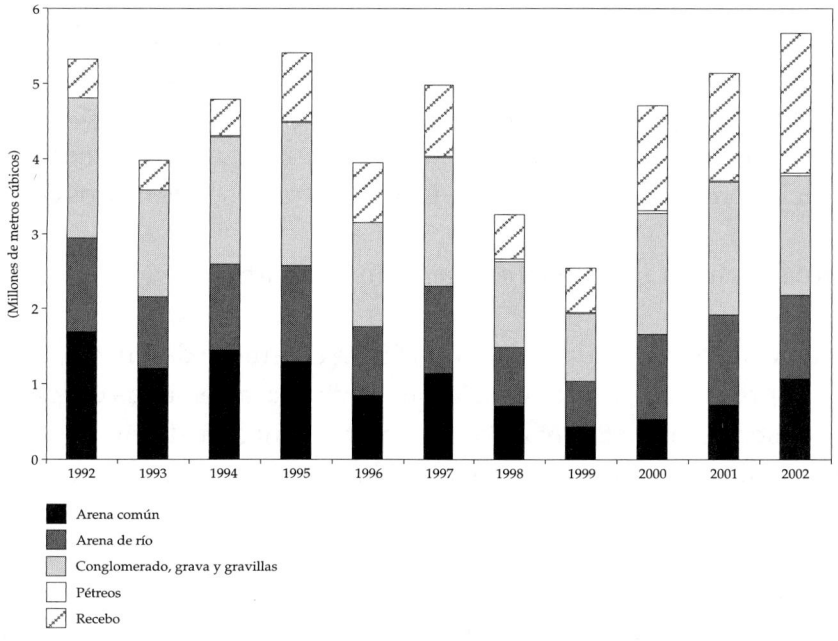
[25] Esta sección se concentra en Bogotá y no en la demanda de la totalidad de Cundinamarca. Esto obedece a dos razones: i) la demanda de Bogotá constituye la mayor parte de la demanda de la región, y ii) estos cálculos se utilizarán luego para dimensionar el impacto de medidas que sólo afectan a la ciudad.

cada uno de los materiales en cada tipo de obra para llegar, finalmente, a demandas de cada material en metros cúbicos. En el caso de las edificaciones calcula las demandas futuras usando modelos autoregresivos, y apoyándose en proyecciones de diferentes instituciones. En el caso de la infraestructura, las demandas futuras se basan en los proyectos contemplados en los POTS de cada municipio.

El Gráfico 13 presenta las demandas calculadas por Proeza para Bogotá. Estos cálculos capturan el impacto de la recesión de 1999 sobre el sector. En promedio, la demanda de materiales de construcción de Bogotá durante el período 1992-2002 es estimada en 4,5 millones de metros cúbicos por año. Con referencia a ese valor, el desempeño estimado de la demanda a partir de 2000 es positivo.

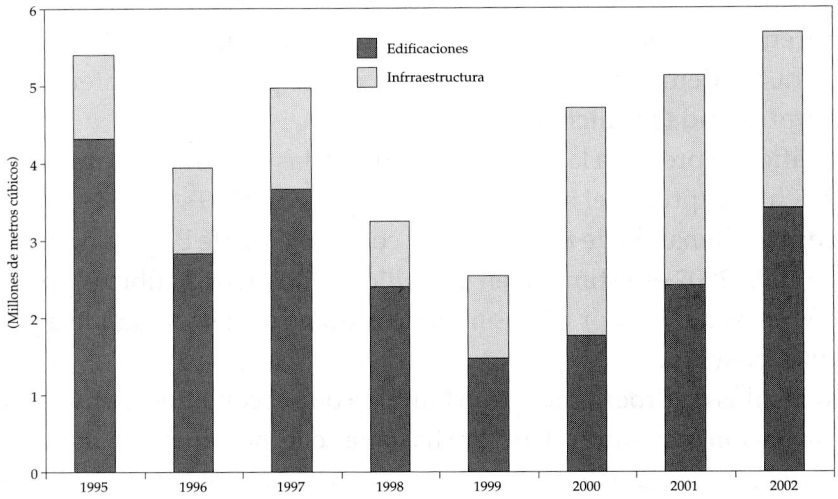
Los cálculos de Proeza muestran también que el consumo de materiales de construcción para infraestructura ha ganado importancia en los últimos años frente al consumo de materiales para edificaciones (ver Gráfico 14).

Gráfico 13. Demandas de materiales de construcción en Bogotá (m^3)



Fuente: Proeza (2002).

Gráfico 14. Demanda de materiales de construcción de Bogotá, para construcción de edificaciones e infraestructura



Fuente: Proeza (2002) y cálculos de los autores.

Esto coincide con la evolución de estos sectores a nivel nacional. Mientras en 1995 se consumieron 1 millón de metros cúbicos de materiales de construcción en infraestructura, en 2002 este consumo fue de aproximadamente 3 millones de metros cúbicos, manteniéndose el consumo total de materiales de construcción en estos dos años alrededor de los 6 millones de metros cúbicos.

b. Aproximación a la demanda - Ejercicio alternativo

Como un control a los números que entrega el estudio de Proeza, en esta sección se presenta una aproximación alternativa a la demanda de materiales de construcción de Bogotá. Por una parte, se utiliza el consumo de cemento y asfalto de la ciudad, y entendiendo que los materiales de construcción y el cemento o asfalto son complementos como insumos de la construcción, se calcula la demanda de materiales que resultaría para factores alternativos de proporcionalidad entre ellos. Por otra, se utiliza la información consignada en las Cuentas Nacionales y se calcula la demanda que resultaría de suponer diversos factores de participación de Bogotá sobre el

total del país. Los resultados de estos ejercicios se utilizan, en combinación, para aproximarse a la demanda de materiales de construcción para bases y sub-bases.

El ejercicio de Proeza, al intentar estimar la demanda de todos los materiales que se usan en la construcción, incluyendo cemento y asfalto, recurre a los usos finales como la construcción de edificaciones, vías y edificios. En algunos de estos bienes la información disponible es bastante precaria o incompleta, hay gran dificultad para capturar la producción informal, y la producción no es homogénea por lo que el consumo de materiales es difícil de capturar. Para aproximarse a la demanda total se requiere entonces de un gran número de supuestos. Cuando el propósito del estudio se limita, como en este caso, a la demanda por materiales de construcción (arenas, gravas, gravillas y triturados) se abre la posibilidad de utilizar bienes intermedios como el cemento y la mezcla asfáltica para acercarse a la demanda con mayor certeza. La producción de cemento y asfalto es conocida y hay poca o ninguna producción informal. Las mezclas promedio son más fácilmente estimables y los escenarios son acotados. La demanda de materiales de construcción para bases y sub-bases, debido a que no tiene un bien complementario claro, presenta mayores dificultades. Sin embargo, las Cuentas Nacionales ofrecen una oportunidad invaluable. Al cruzar toda la información disponible de producción, consumo final y consumo intermedio, es posible aproximarse al consumo formal y a (una porción, al menos) del consumo informal de materiales de construcción. Con una serie de supuestos basados en los precios implícitos que se obtienen de la EAM del DANE, y en la participación regional dentro de la demanda nacional, se obtiene una aproximación posiblemente más precisa al consumo total de materiales de construcción de la región.

Demanda a partir del consumo de cemento y asfalto

El Cuadro 16 muestra la demanda de materiales de construcción en metros cúbicos, para escenarios en los que se deja variar la proporción de materiales de construcción que se utiliza por tonelada de cemento. La razón para realizar este ejercicio a partir de escenarios, es que esta relación varía de acuerdo con diversos factores. En la producción de concreto, por ejemplo,

Cuadro 16. Aproximación a la demanda de materiales de construcción en m³ a partir del consumo de cemento gris

	Escenarios proporción de cemento a materiales de construcción (m³)				
Año	**1:1,0**	**1:2,5**	**1:5,0**	**1:7,5**	**1:10**
1996	1.524.193	3.810.482	7.620.964	11.431.446	15.241.928
1997	1.338.786	3.346.965	6.693.930	10.040.895	13.387.859
1998	1.200.324	3.000.811	6.001.621	9.002.432	12.003.242
1999	812.500	2.031.251	4.062.502	6.093.753	8.125.005
2000	897.966	2.244.914	4.489.828	6.734.741	8.979.655
2001	816.411	2.041.027	4.082.055	6.123.082	8.164.110
2002	809.290	2.023.225	4.046.449	6.069.674	8.092.899
2003	943.490	2.358.724	4.717.449	7.076.173	9.434.898
2004	1.122.489	2.806.222	5.612.444	8.418.666	11.224.888

Nota: La relación 1:10 es la mayor que se maneja en la práctica.
Fuente: ICPC, DANE (Boletín de Estadística Especial, Módulo de Consumo de Cemento, septiembre de 2002) y cálculos de los autores.

se mezclan materiales de construcción y cemento en diferentes proporciones, dependiendo de las características del concreto que se quiera lograr en variables como resistencia, absorción y tipo de uso o condiciones a las que se verá expuesto. En la realización del mortero no solo cambian las proporciones sino también la calidad de los materiales. Estas variables afectan tanto el total de materiales por tonelada de cemento, como la composición entre materiales de construcción.

La dinámica de la demanda que resulta de este ejercicio es similar a la de los cálculos de Proeza, y en magnitudes absolutas los ejercicios se acercan cuando se supone una relación de cemento a materiales de construcción de aproximadamente 1:5, posiblemente la más cercana al promedio que se observa en la práctica.

Estos cálculos se complementan con una aproximación a la demanda de materiales de construcción que tiene origen en la producción de mezcla asfáltica. El dato que maneja ASOPAC[26] es que la proporción en la que entran el asfalto y los materiales de construcción en la producción de esta última está

[26] Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia.

entre 0,1765 y 0,3334 toneladas de asfalto por tonelada de materiales de construcción. El Cuadro 17 muestra los resultados que se obtienen utilizando los datos de consumo de mezcla asfáltica de Bogotá, disponibles en ASOPAC para el período 1998-2004. El ejercicio aplica la producción promedio de las firmas que reportan información cada año, a las 10 firmas proveedoras de asfalto en la ciudad asociadas a ASOPAC a lo largo del período, para obtener una aproximación al consumo total de mezcla asfáltica y obtener, a partir de este último, el consumo de materiales de construcción.

Cuadro 17. Aproximación a la demanda de materiales de construcción en m³ a partir del consumo de mezcla asfáltica (ASOPAC)

				m³ materiales de construcción	
Año	**Mezcla asfáltica m³**	**Número de empresas**	**Mezcla asfáltica por empresa m³**	**1:3**	**1:5,67**
1998	148.821	4	37.205	279.039	316.245
1999	146.936	5	29.387	220.404	249.791
2000	240.150	5	48.030	360.225	408.255
2001	349.104	10	34.910	261.828	296.738
2002	286.248	6	47.708	357.810	405.518
2003	425.071	10	42.507	318.803	361.310
2004	368.369	9	40.930	306.974	347.904

Fuente: ASOPAC y cáculos de los autores.

El ejercicio anterior tiene el inconveniente de que ASOPAC no recoge la información para el total de los productores, y algunos de los productores que reportan no despachan exclusivamente al Departamento. Lo anterior implica que las cifras pueden estar sesgadas hacia arriba o hacia abajo. Con el fin de afinar el ejercicio, se utilizaron las ventas nacionales de asfalto, realizadas en su totalidad por ECOPETROL. El consumo de asfalto del Departamento se calculó utilizando la participación del área metropolitana de Bogotá en los sectores *Fabricación de asfalto y sus mezclas para pavimentación, techado y construcción* según la EAM[27]. Con este consumo se recalculó la cantidad de mate-

[27] Debido a que esta participación sólo se pudo calcular para el período 1995-2001, se tomo el promedio de estos años (15%) como la participación entre 2002 y 2004.

riales utilizada anualmente en el Departamento por la industria de asfalto. Los resultados, que se presentan en el Cuadro 18, indican un consumo de materiales de construcción más bajo que el inferido de la información de ASOPAC.

Cuadro 18. Aproximación a la demanda de materiales de construcción en el departamento en m³ a partir del consumo de asfalto (fuente alternativa)

	Consumo de materiales de construcción en m³ por mezcla asfáltica	
Año	**1:3**	**1:5.67**
1995	347.103	655.638
1996	200.050	377.873
1997	176.981	334.298
1998	57.230	108.101
1999	75.220	142.083
2000	117.545	222.029
2001	73.644	139.105
2002	86.694	163.756
2003	99.146	187.276
2004	69.762	131.772

Fuente: ECOPETROL, Insumo producto (DANE-DNP) y cálculos de los autores.

Demanda total a partir de la participación de la región en las Cuentas Nacionales

La demanda total se calcula utilizando la participación de la región en las cantidades totales comerciadas de materiales de construcción. Aunque esta participación no es conocida de forma directa, se puede aproximar a través de la participación de la región en otras actividades relacionadas con el consumo de materiales. Se consideran tres escenarios.

El primero asume que la participación de la región en el consumo total de materiales de construcción es similar a la participación de su demanda industrial por materiales de construcción, sobre la demanda de la industrial nacional. Con este supuesto se calcula la demanda de la región entre 1994 y 2000. Este ejercicio puede estar sobreestimando la demanda si en Bogotá una mayor proporción de los insumos de la construcción sufre un proceso industrial.

El segundo escenario toma la participación de los despachos de cemento hacia Bogotá, sobre el total de despachos del país para aproximar la participación de la región en el consumo de materiales de construcción. Por disponibilidad de datos, este ejercicio sólo se puede realizar para el período 1996-2000.

El tercer ejercicio parte de la participación de la región en el número de minas (25%). Utilizar esta información para aproximar la participación de la región sobre la demanda, supone i) que la participación sobre el número de minas es un buen predictor de la participación sobre la producción y ii) que la participación regional sobre la oferta y la demanda es similar (Cuadro 19). De los tres escenarios este es posiblemente el más débil. Tiene la virtud, sin embargo, de permitir una participación de la región constante a lo largo de los años.

El primer escenario da lugar a la mayor varianza, con los valores más bajos entre 1997 y 1999. El tercer escenario, es el menos pro-cíclico. El segundo escenario, es un escenario intermedio. Los 3 resultados calculan demandas más altas que las estimadas por Proeza lo que se explica en parte por la demanda informal que es capturada mejor en este ejercicio, y por la demanda por bases y sub bases que en el ejercicio de Proeza tiene grandes dificultades en la estimación. Esto último también explica las diferencias con la demanda derivada de la demanda de cemento y asfalto.

Cuadro 19. Aproximación a la demanda de materiales de construcción en Bogotá a partir de la demanda de construcción en Colombia-Cuentas Nacionales

Año	Escenarios % Bogotá dentro del país		
	% valor materiales de construcción manufacurados	% en toneladas despachadas de cemento	participación en número de minas (25%)
	Millones de m^3		
1994	13,78	n,d	9,39
1995	20,11	n,d	13,09
1996	12,03	12,89	11,02
1997	9,15	9,43	9,42
1998	6,67	7,75	8,12
1999	7,83	8,35	9,19
2000	15,27	13,41	14,29

Fuente: Cuentas Nacionales y EAM (DANE), Matriz insumo-producto (DANE-DNP), ICPC, UPME (Minercol Ltda.) en Estadísticas minero-energéticas 1991-2002 y cálculos de los autores.

Demanda de materiales para bases y sub-bases

Si se asume que la demanda estimada a través de las cuentas nacionales recoge la demanda total, y que la demanda de materiales para mezcla con asfalto y cemento (tomando los escenarios 1:5,6 y 1:5 respectivamente) corresponden a la demanda total de materiales de construcción para estos usos (tanto formal como informal), la demanda de materiales para bases y sub-bases se puede estimar por residuo. El Cuadro 20 presenta los resultados.

Cuadro 20. Demanda de materiales de construcción para bases y sub-bases (Por residuo)

Año	Escenarios % Bogotá dentro del país		
	% valor materiales de construcción manufacturados	% en toneladas despachadas de cemento	participación en número de minas (25%)
	Millones de m^3		
1996	4,03	4,89	3,02
1997	2,12	2,40	2,39
1998	0,56	1,64	2,02
1999	3,63	4,15	4,99
2000	10,55	8,70	9,58

Fuente: Cuentas Nacionales (DANE), Matriz insumo-producto (DANE-DNP) EAM (DANE), ICPC, ECOPETROL, UPME (Minercol Ltda.) en Estadísticas minero-energéticas 1991-2002 y cálculos de los autores.

2.3. Proyecciones de demanda y alcance de las reservas

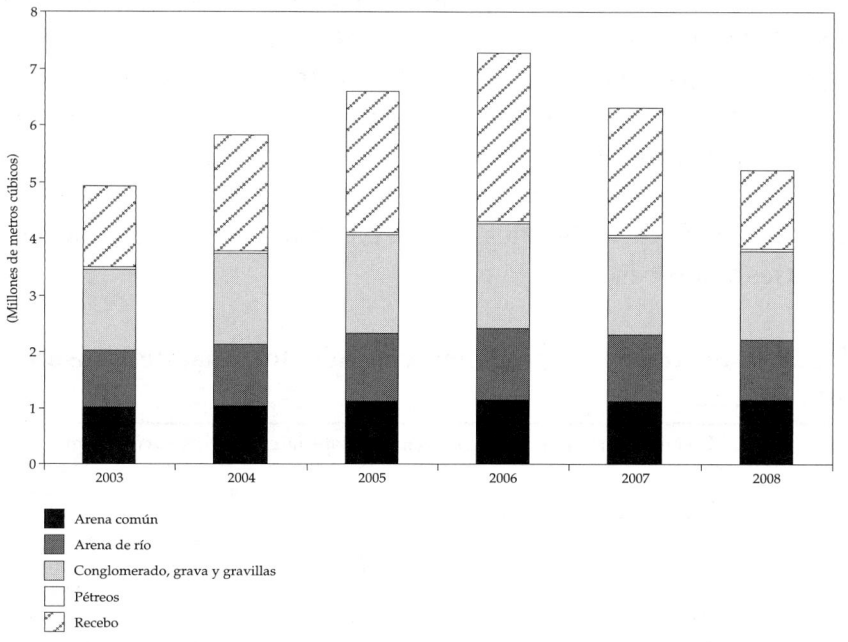
Con el fin de dimensionar la autosuficiencia de Bogotá en el corto y mediano plazo en cuanto al abastecimiento de materiales de construcción, en esta sección se entregan proyecciones del mercado a futuro. Como en el caso anterior, en primer lugar se recogen los cálculos realizados por Proeza (2002) y en segundo lugar se presentan las proyecciones que surgen de nuestra aproximación alternativa a la demanda.

a. Proyecciones - Proeza (2002)

Con base en la información sobre capacidad de explotación contenida en los títulos mineros, el estudio de Proeza (2002) proyecta la demanda de materiales de la construcción de Bogotá entre el 2003 y el 2008, por tipo de mate-

rial (Gráfico 15) y calcula la duración de las reservas (Cuadro 21). Si las reservas estimadas y las proyecciones son correctas, las minas en Bogotá se agotarían en el 2008 para gravas, gravillas y recebos y en el 2005 para arena de río. Acudiendo a explotaciones ubicadas en otros municipios del

Gráfico 15. Demanda proyectada, materiales de construcción en Bogotá (m^3)



Fuente: Proeza (2002).

Cuadro 21. Años en que se acaban las reservas de materiales de construcción para Bogotá

	Año límite reservas	
Material	**Bogotá**	**Bogotá y su área de oferta**
Arena de río	2005	2012
Conglomerados, gravas y gravillas	2008	2030
Recebo	2008	2028

Fuente: Proeza (2002).

Departamento, la ciudad se quedaría sin suministros de arena de río en el 2012, de gravas y gravillas en el 2030 y de recebo en el 2028, bajo el supuesto que no se permitan nuevas explotaciones.

b. Demanda proyectada - ejercicio alternativo

Demanda de materiales de construcción por consumo de cemento y asfalto
El Cuadro 22 presenta las proyecciones de demanda de materiales de construcción para mortero y concreto, que se obtienen para diversos escenarios de proporción de cemento y materiales de construcción, al aplicar la tasa de crecimiento anual promedio observada entre 2000 y 2004. El escenario que supone una relación de 1:5 es el que más se acerca en magnitudes a las proyecciones de Proeza. Sin embargo, en este ejercicio aún no se refleja la demanda proyectada de materiales para la construcción de vías (mezcla asfáltica, bases y sub-bases).

Cuadro 22. Proyecciones suponiendo crecimiento anual del consumo de cemento de 7,2%

	Escenarios proporción de cemento a materiales de construcción - m^3				
Año	**1:1,0**	**1:2,5**	**1:5,0**	**1:7,5**	**1:10**
2005	1.203.575	3.008.937	6.017.874	9.026.811	12.035.748
2006	1.290.518	3.226.296	6.452.591	9.678.887	12.905.182
2007	1.383.742	3.459.356	6.918.711	10.378.067	13.837.422
2008	1.483.701	3.709.251	7.418.503	11.127.754	14.837.005
2009	1.590.880	3.977.199	7.954.398	11.931.597	15.908.795
2010	1.705.801	4.264.502	8.529.005	12.793.507	17.058.009

Fuente: ICPC, DANE (Boletín de Estadística Especial, Módulo de Consumo de Cemento, septiembre de 2002) y cálculos de los autores.

En el Cuadro 23 se hace un ejercicio similar al anterior con la demanda de materiales de construcción para la producción de la mezcla asfáltica. Para este cálculo se toma el crecimiento anual promedio de la demanda entre 2000 y 2004 y se asume una tasa de crecimiento constante en el período 2005-2010, que se aplica a dos escenarios de proporción de asfalto a materiales de construcción. La demanda en ambos escenarios es relativamente baja, aunque probablemente el escenario más optimista es el que se acerca más a la realidad.

Cuadro 23. Proyecciones suponiendo crecimiento anual del consumo de asfalta de 4,3%

	Consumo de materiales de construcción en m³ por mezcla asfáltica	
Material	**1:3**	**1: 5,67**
2005	72.743	137.403
2006	75.851	143.274
2007	79.092	149.396
2008	82.472	155.780
2009	85.996	162.437
2010	89.670	169.378

Fuente: ecopetrol, Insumo producto (DANE-DNP) y cálculos de loa autores.

Demanda de materiales de construcción para bases y sub-bases

La demanda más difícil de aproximar y de proyectar es la demanda de materiales para bases y sub-bases. Aquí se utiliza como punto de partida la demanda total de la sección anterior. Con la tasa de crecimiento anual promedio del período 1996-2000, se proyecta la demanda hasta el presente y se estima la demanda futura de materiales de construcción. Tomando las demandas estimadas con el escenario 1:5 (con cemento) y 1:5,7 (con asfalto) y restándolas a la demanda total estimada para los tres escenarios, se obtienen los resultados del Cuadro 24. Las proyecciones de demanda total se presentan en el Cuadro 25.

Las proyecciones de Proeza tienen en cuenta el ciclo económico. Esto no es posible cuando se proyecta a una tasa anual de crecimiento promedio como se propone en esta sección. Las diferencias en magnitud obedecen, sin embargo, a las diferencias en aproximación metodológica a la demanda de materiales descritas arriba, y no dependen de manera crucial de las tasas de crecimiento utilizadas.

c. Alcance de las reservas

Las reservas de la sabana se estiman a partir de la información recogida por Proeza (2002) para la minería legal y de información disponible a través de

Cuadro 24. Proyecciones de demanda de materiales de construcción para base y sub-bases (Por residuo)

Año	Escenarios % Bogotá dentro del país		
	% valor materiales de construcción manufacurados	% en toneladas despachadas de cemento	participación en número de minas (25%)
	Millones de m^3		
2006	12,97	12,34	12,46
2007	13,32	12,99	12,92
2008	13,68	13,67	13,40
2009	14,03	14,39	13,88
2010	14,39	15,14	14,38

Fuente: Cuentas Nacionales y EAM (DANE), Matriz insumo-producto (DANE-DNP), ICPC, UPME (Minercol Ltda.) en Estadísticas minero-energéticas 1991-2002 y cálculos de los autores.

Cuadro 25. Proyecciones de demanda futura suponiendo creimiento anual de la demanda de materiales de construcción desde 2000 igual al promedio 1996-200 (4,2% - 5,9%)

Año	Escenarios % Bogotá dentro del país		
	% valor materiales de construcción manufacurados	% en toneladas despachadas de cemento	participación en número de minas (25%)
	Millones de m^3		
2006	19,57	18,94	19,06
2007	20,39	20,06	19,99
2008	21,25	21,25	20,97
2009	22,15	22,50	22,00
2010	23,09	23,84	23,08

Fuente: Cuentas Nacionales (DANE), Matriz insumo-producto (DANE-DNP) EAM (DANE), ICPC, UPME (Minercol Ltda.) en Estadísticas minero-energéticas 1991-2002 y cálculos de los autores.

Ingeominas para algunos municipios. En el cálculo se tienen en cuenta las explotaciones que están en zonas no compatibles con la minería de acuerdo con la Resolución 1197 de 2004. Para ajustar las reservas a 2006 se toma el último año de producción registrado y se multiplica por el número de años que hay entre la fecha de reporte de las reservas y el 2006. Este valor se resta de las reservas reportadas. Los resultados se presentan en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Reservas de materiales de la construcción en la Sabana de Bogotá y en Cundinamarca en 2006

Municipio	Reservas en miles de m^3	Municipio	Reservas en miles de m^3
Albán	0	Nariño	1.608
Anapoima	0	Nemocón	166
Apulo	75.305	Nilo	0
Arbeláez	0	Nocaima	0
Beltrán	0	Pacho	0
Bogotá	30.399	Pandi	0
Bojacá	3.107	Paratebueno	0
Cajicá	439	Pasca	0
Caparrapí	0	Puerto Salgar	0
Cáqueza	135	Quebradanegra	0
Carmen de Carupa	0	Ricaurte	719
Cogua	8.023	San Antonio Tequendama	6.335
Cucunubá	0	San Cayetano	0
Chía	3.131	San Francisco	637
Chipaque	490	San Juan de Río Seco	0
Choachí	0	Sasaima	0
Chocontá	8.420	Sibaté	1.938
El Rosal	2.506	Silvania	0
Fusagasugá	0	Simijaca	0
Gachancipá	1.306	Soacha	44.976
Gachetá	0	Sopó	1.374
Girardot	9.833	Subachoque	4.015
Granada	0	Sutatausa	0
Guacheta	0	Tabio	21.094
Guaduas	0	Tausa	0
Guasca	8.137	Tena	0
Guataquí	0	Tibacuy	0
Guayabetal	0	Tocaima	0
Jerusalén	0	Tocancipá	4.038
La Calera	21.194	Ubaque	4.094
La Mesa	0	Une	0
La Palma	0	Útica	0
La Vega	0	Viani	0
Lenguazaque	0	Villapinzón	0
Machetá	0	Villeta	0
Madrid	0	Zipaquirá	1.200
Manta	0	**Total Sabana**	**171.951**
Medina	0	**Resto de Cundinamarca**	**99.156**
Mosquera	1.329	**Total región**	**271.107**

Fuente: Proeza (UPME), 2001 - Ingeominas (SIAL) y cálculos de los autores.

Como se observa en la tabla, algunos municipios reportan no contar con reservas. Esto puede deberse tanto al agotamiento real de las reservas como a que las reservas no se hayan reportado. Por otro lado, las reservas reportadas corresponden a las reservas probadas, que son el resultado del estudio geológico previo a la explotación. Las reservas reales pueden ser mayores, si la explotación se realiza a mayor profundidad de la esperada, o menores, si la composición del suelo no coincide con los resultados del estudio. Por no tener certeza de la dirección del sesgo, en este ejercicio de estimación de las reservas no se hacen ningún tipo de supuestos para estos valores.

De acuerdo con este ejercicio, se calcula que en 2006 la Sabana de Bogotá contará con 172 millones de metros cúbicos de materiales de construcción disponibles, concentrados principalmente en Bogotá, Cogua, Chocontá, Guasca, La Calera, El Rosal-Subachoque, Soacha y Tabio.

Este ejercicio se replicó para los títulos mineros ubicados en el resto de Cundinamarca. El mismo Cuadro 26 presenta el cálculo agregado para toda la región. Se estima que en 2006 la región contará con 271 millones de metros cúbicos de reservas de materiales de construcción, 75 millones de los cuales están ubicados en Apulo.

Al cruzar esta información con la demanda proyectada total utilizando el escenario de proyección que resulta en la mayor demanda en el tiempo, se obtiene que la disponibilidad de materiales de construcción en la región alcanzaría para atender la demanda hasta mediados de 2016. Si la demanda fuera satisfecha en su totalidad por materiales de construcción extraídos en la sabana, bajo este escenario, las reservas de la sabana se acabarían a mediados de 2013.

Los anteriores resultados no están teniendo en cuenta la composición de las reservas entre los diferentes materiales, ni las diferentes calidades. Probablemente las reservas de materiales para bases y sub-bases son muy amplias mientras que las reservas de materiales para concreto son bastante menores. Tomando las reservas de los municipios identificados por ASOGRAVAS como productores de materiales de construcción para concreto y mezcla asfáltica y descontándoles la demanda por este tipo de materiales, con base en las proyecciones de demanda de cemento y asfalto, se encuentra que las reservas en la Sabana y en la región sólo podrían abastecer la ciudad hasta principios de 2011 en el escenario de mayor demanda (1:10) y hasta

finales de 2014 en el escenario más probable (1:5). Este ejercicio puede estar subestimando la duración de las reservas de agregados de mayor calidad, al no poder separar la demanda por agregados para mortero (principalmente arenas amarillas), que pueden ser suministrados desde otros municipios, de la demanda de agregados para concreto.

Vale la pena señalar que tanto la duración de las reservas totales como de las reservas de materiales para concreto y mezcla asfáltica estimadas en el ejercicio, se calculan con base en las reservas tituladas, y no con relación a las reservas físicas. La información de Ingeominas revela la existencia de grandes reservas de materiales de construcción en la Sabana. En la medida en que se puedan expedir nuevos títulos, la ciudad estará abastecida por un largo tiempo.

2.4. Comercialización

Aunque la información que existe sobre la comercialización de materiales de construcción en Bogotá y Cundinamarca es limitada, en esta sección se presenta brevemente la aproximación del estudio de Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca (1996) a los canales de comercialización y a los mercados en los que tradicionalmente se demandan los materiales explotados.

Los materiales de construcción pueden ser comercializados de forma directa en las minas de explotación, o de manera indirecta a través de comerciantes. También pueden utilizarse directamente como insumos cuando la empresa extractora es también una constructora o fabricante de concretos y morteros (autoconsumo). El estudio de Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca encuentra que la arena es comercializada en igual proporción por canales directos que por indirectos, y sólo un pequeño porcentaje es autoconsumido por la empresa extractora. Las gravas se comercializan directamente en un 77% y el 23% restante se comercializa en proporciones iguales por el canal indirecto y se destina al autoconsumo de la empresa (ver Cuadro 27)[28].

---

[28] Un estudio realizado por ASOGRAVAS, con base en muestreos en campo, señala que los materiales de construcción para concreto y asfalto se distribuyen entre los diferentes canales con las siguientes proporciones: 50% para concreteras, 20% a volquetas, 10% directo a constructores, compradores y contratistas, 7% a plantas de asfalto, 5% a prefabricadores, 5% a centrales de acopio, 2% a minoristas y 1% a grandes superficies.

Cuadro 27. Canales de comercialización por mineral explotado

Mineral	Comercialización directa (%)	Comercialización indirecta (%)	Comercialización endógena (%)
Arenisca	-	100,0	-
Arena	47,3	47,3	5,4
Grava	76,5	11,8	11,8
Triturado	85,7	-	14,3
Recebo	54,6	34,5	10,9
Arcilla	11,4	87,6	1,0

Fuente: Inventario geológico minero ambiental - Gobernación de Cundinamarca/Ingeominas (1996).

El estudio también determina que el 59% de la producción de materiales de construcción (excluyendo arcillas) se consume en el mercado local, es decir en el municipio donde se extrae y el 41% se consume en la región. La arenisca se consume en mayor proporción en la región que en el mercado local, al igual que las gravas. Alrededor de un 70% de la arena y el recebo producidos se consumen en el mercado local, mientras que el 30% restante se traslada a la región. Finalmente, el triturado es consumido en su totalidad en los mercados locales (ver Cuadro 28).

2.5. Valor de la producción

a. Valor agregado

Una forma de cuantificar el aporte de un sector a la economía es a través de su valor agregado. Las *Cuentas Económicas Distritales* señalan que el valor agregado de la producción del sector de materiales de construcción en el

Cuadro 28. Demanda de los diversos mercados por mineral explotado

Mineral	Mercado local (%)	Mercado regional (%)	Mercado nacional (%)	Mercado internacional (%)
Arenisca	25,0	75,0	-	-
Arena	68,0	32,0	-	-
Grava	23,0	77,0	-	-
Triturado	100,0	0,0	-	-
Recebo	77,0	23,0	-	-
Arcilla	36,1	62,3	1,3	0,3

Fuente: Inventario geológico minero ambiental - Gobernación de Cundinamarca/Ingeominas (1996).

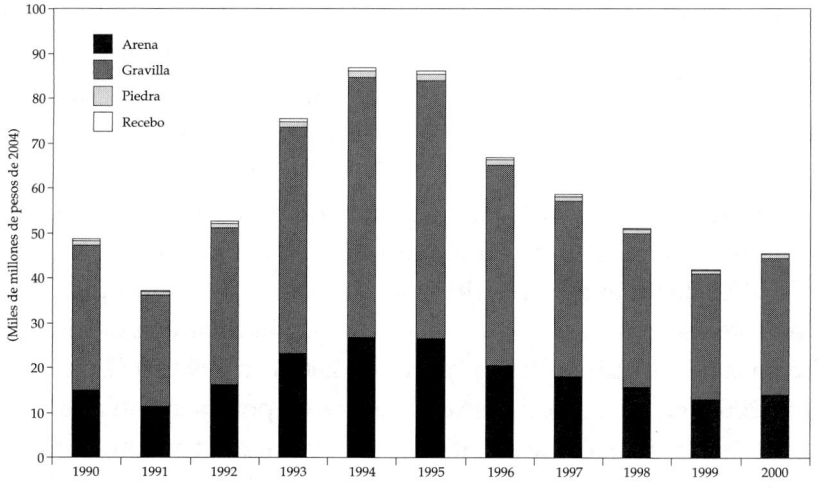
Distrito Capital osciló entre 37 mil millones y 87 mil millones (pesos de 2004) en el período comprendido entre 1990 y 2000. En el año 2000, el aporte del sector a la economía distrital fue de 46 mil millones de pesos (ver Gráfico 16). Para todos los años entre 1990 y 2000, la gravilla da cuenta de la proporción más alta de valor agregado registrado en el sector. Para el año 2000 este aporte fue de 30 mil millones de pesos, equivalente al 60% del valor agregado del sector en este año.

En el Gráfico 17 se presenta la participación del valor agregado de los materiales de construcción en el Producto Interno Bruto (PIB) Distrital. Como es de esperar, el peso de este sector en el PIB total es bastante bajo y no supera el 0,2% en ningún año entre 1990 y 2000. Para el año 2000 la participación del valor agregado de los materiales de construcción fue de 0,08%.

b. Aproximación al valor de la producción

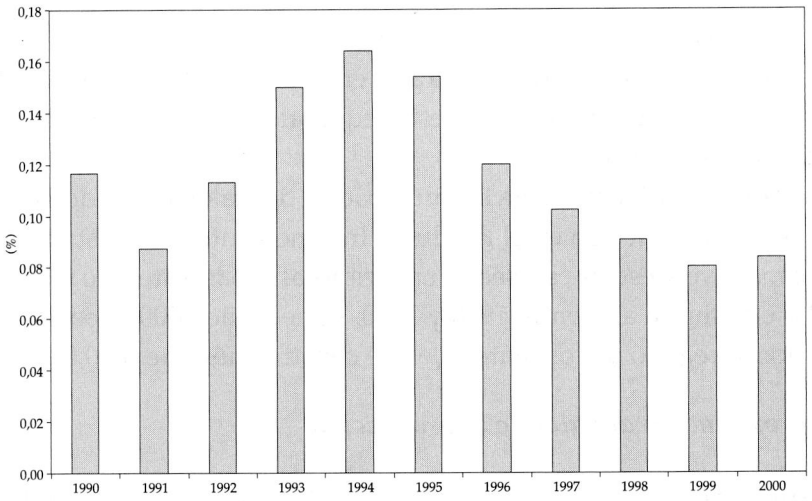
Para dimensionar el sector, idealmente se quisiera tener una medida del valor de su producto. De nuevo se enfrenta un vacío de información pues las cuentas distritales y departamentales no están disponibles con el nivel de

Gráfico 16. Valor agregado de la explotación de materiales de construcción en Bogotá



Fuente: Secretaría de Hacienda Distrital (SHD), Cuentas Económicas Distritales.

Gráfico 17. Participación del valor agregado de los materiales de construcción al PIB de Bogotá



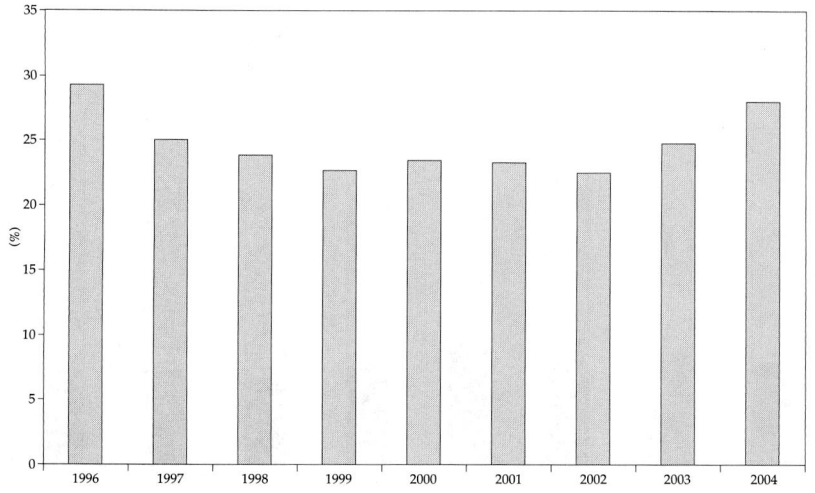
Fuente: Secretaría de Hacienda Distrital (SHD), Cuentas Económicas Distritales.

desagregación que se requeriría. Esto sin considerar la porción del sector que opera en situación de informalidad y que no entra en esas contabilidades.

La primera alternativa (utilizada arriba) es suponer que la producción de Bogotá y Cundinamarca tiene una participación equivalente sobre la producción nacional de materiales de construcción a su participación promedio en los despachos de cemento del país entre 1996 y 2004 (ver Gráfico 18). Como se ve en el Gráfico 19, al utilizar este supuesto, el valor para 1996 llega a 250 mil millones (pesos de 2003). El valor para 2001 es de alrededor de 190 mil millones.

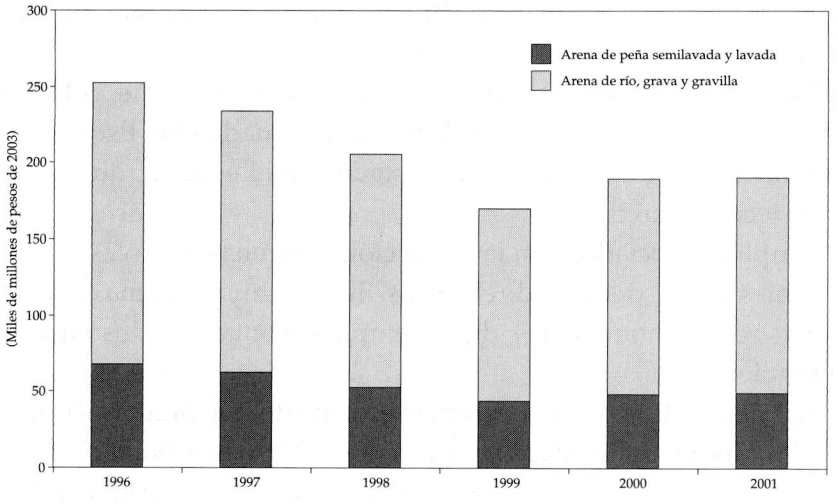
La alternativa de aplicar la participación del número de títulos mineros de la región sobre el total de títulos mineros en el país, que era de 25% en mayo de 2002, da lugar a los resultados del Gráfico 20. Como puede observarse, en este escenario, el valor de la producción de arena de río, grava y gravilla pasa de 130 mil millones (pesos de 2003) en 1994 a 152 mil millones (pesos de 2003) en 2001. En el caso de la arena de peña semilavada y lavada, el valor de la producción se mantiene relativamente constante, alrededor de 56 mil millones de pesos. El valor total para 2001, de alrededor de 200 mil millones, resulta similar al del escenario anterior.

Gráfico 18. Participación de Bogotá y Cundinamarca en los despachos de cemento



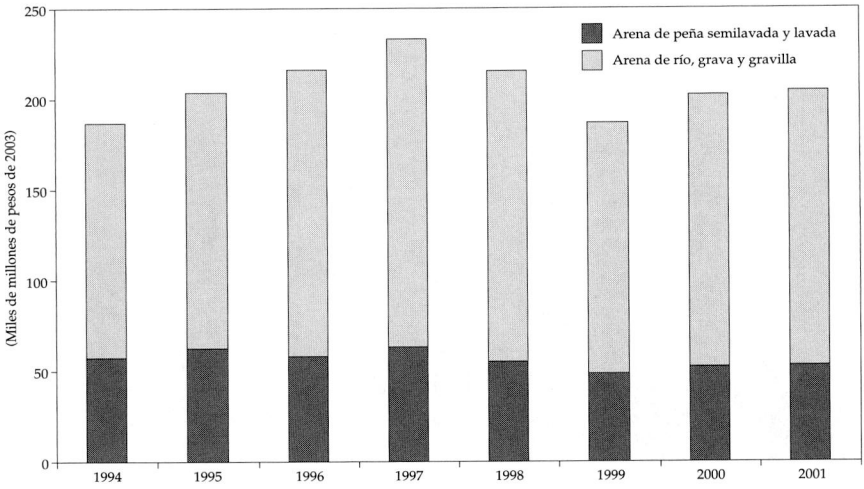
Fuente: ICPC. Cálculos de los autores.

Gráfico 19. Aproximación al valor de la producción de Bogotá y Cundinamarca Supuesto: participación del consumo de cemento sobre el total nacional



Fuente: Cuentas Nacionales, EAM (DANE) e ICPC. Cálculos de los autores.

Gráfico 20. Aproximación al valor de la producción de Bogotá y Cundinamarca Supuesto: participación del 25% sobre total nacional



Fuente: Cuentas Nacionales, EAM (DANE) y cálculos de los autores.

La única información disponible acerca del empleo que ocupa el sector es la recogida en el inventario geológico-minero de Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca en 1996. En este ejercicio se identificaron 6,380 empleos generados en la Sabana de Bogotá por el sector de materiales de la construcción.

El 24% de estos empleos se encontraba en la zona de Usme, el 15% en la zona de Sibaté y Soacha y el 12% en Checua (ver Cuadro 29). Estos empleos corresponden al total de minas encuestadas en el estudio, que incluyen arenisca, recebo y arcilla.

Los empleos asociados con la extracción de arenas y gravas son 5.062, equivalentes al 79% del total de empleos. Si se excluye la arena del cálculo, las gravas representan el 40% de los empleos contabilizados en la zona (2.554 empleos).

El total de empleos que encuentra el estudio de Ingeominas y la Gobernación de Cundinamarca (6.380) representa el 0,3% de la población ocupada en Bogotá en diciembre de 1996. Esta participación aplicada al dato de población ocupada de 2004, resulta en 9387 empleos.

Cuadro 29. Personal ocupado por zonas-Ingeominas (1996)

Zona	Número de personas	(%)
Sibaté, Soacha	983	15,4
Sopó, Sesquilé, Guasca, Guatavita	121	1,9
El Codito	95	1,5
Checua	789	12,4
Sisga, Chocontá, Villa Pinzón	35	0,6
La Punta, Subachoque	191	3,0
Mondoñedo (Mosquera, Madrid)	127	2,0
Facatativá	12	0,2
Usme	1.555	24,4
Tabio, Tenjo	281	4,4
La Caro, Briceño	90	1,4
Usaquén	172	2,7
Cogua	525	8,2
Gachancipá, Tocancipá	98	1,5
Suesca, Nemocón	50	0,8
Chía, Cota	0	0,0
Sector Oriente	513	8,0
Mochuelo	563	8,8
Molinos del Sur	69	1,1
Zipaquirá, Cajicá	111	1,7
Total	**6.380**	**100,0**

Fuente: Inventario geológico minero ambiental - Gobernación de Cundinamarca / Ingeominas (1996).

b. Aproximación al empleo - ejercicio alternativo

Ingeominas (1996) sólo estima el empleo de la actividad de extracción en la sabana de Bogotá. La información de empleo y producción del estudio de Ingeominas (1996) se utilizó para calcular la productividad laboral de la zona más eficiente, de la zona menos eficiente y la productividad laboral promedio. En combinación con la oferta potencial calculada para 2005 (ver cálculos de producción arriba), esta información permite aproximarse al empleo total asociado con el sector de materiales de construcción en la región.

En el Cuadro 30 se presentan los resultados para los diferentes escenarios de productividad laboral (mayor, menor y promedio), utilizando los cálculos de oferta realizados en desarrollo del presente estudio a partir de la información disponible en Ingeominas (1996) y Proeza (2002). Los escenarios 1 y 2 arrojan resultados extremos. La productividad laboral promedio arroja posiblemente los resultados más cercanos a la realidad.

Cuadro 30. Aproximación a la generación de empleo por parte del sector de extracción de materiales de construcción en la región

Escenario de producción potencial 2005	Producción en millones de m^3	Número de empleados diferentes escenarios de productividad		
		Menor productividad 161 m^3/E	Productividad promedio 1,673 m^3/E	Mayor productividad 5,919 m^3 /E
Ingeominas - Proeza Escenario 1 (minas que no reportan producción producción = 0)	2,56	15.890	1.529	432
Ingeominas - Proeza Escenario 2 (minas que no reportan producción producción = promedio zona)	16,22	100.746	9.695	2.740

Fuente: Ingeominas (1996), Proeza (2002), UPME, Ingeominas (SIAL) y cálculos de los autores.

Los resultados señalan que el empleo generado por la extracción de materiales es 432 puestos si todas las explotaciones tienen una productividad laboral de 5,919 m^3/empleado año y si las minas que no reportaron producción efectivamente no extrajeron.

Si por el contrario se supone que la producción de estas explotaciones es igual al promedio de la zona y la productividad laboral es baja (161 m^3/empleado año) se obtiene un empleo irrealmente alto de 100,746 puestos. El empleo real probablemente se ubica en el escenario intermedio, con una productividad laboral cercana a la promedio del estudio Ingeominas (1996) de 1,673 m^3/empleado por año, que bajo los dos escenarios posibles de producción oscila entre 1,529 y 9,695 puestos.

Los resultados anteriores no tienen en cuenta el empleo generado por la minería informal. Los cálculos anteriores pueden replicarse utilizando los datos de demanda obtenidos (arriba) a partir de las Cuentas Nacionales. Los resultados de este ejercicio, que se presentan en el Cuadro 31, constituyen una cota cuperior al empleo del sector[29].

[29] Las Cuentas Nacionales están disponibles para 2001. La demanda se proyecta a 2005 utilizando la tasa anual de crecimiento promedio para el período 1996-2000.

Cuadro 31. Aproximación al empleo total del sector a partir de las Cuentas Nacionales

Escenario	Demanda anual promedio 2001-2005 en millones de m^3	Número de empleados productividad promedio 1.673 m^3/E
% Valor materiales de construcción manufacturados	17,31	10.348
% en toneladas despachadas de cemento	15,99	9.557
Participación en número de minas (25%)	16,54	9.888

Fuente: Cuentas Nacionales (DANE), eam (DANE), Matriz de insumo-producto (DNP-DANE), Ingeominas (1996), ICPC y cálculos de los autores.

2.7. Precios

Los precios de los materiales de construcción están asociados a los costos de producción, a los costos de transporte y a la interacción de la oferta y la demanda. Dependiendo de la escasez de los materiales de construcción y la necesidad de acudir a explotaciones más lejanas de los centros de consumo, o de explotar en lugares con mayores costos de explotación, los costos de los materiales pueden incrementarse. Esto explica que los materiales de construcción puedan tener diferentes precios y distintas dinámicas de precios a lo largo del territorio nacional.

a. Precios base para la liquidación de regalías

Una forma de aproximarse al nivel de precios de los materiales de construcción es a través de los precios base para la liquidación de regalías que estima la UPME (Cuadro 32). Estos precios son precios en boca de mina *in situ* (del material en el sitio, sin extraer), antes de ser beneficiado o transportado a los centros de consumo. El Cuadro muestra que los precios de los materiales de construcción en boca de mina en 2005 son más altos para las arenas y gravas de cantera que para las arenas y gravas de lecho de río. Estas a su vez son más costosas que las arenas de peña y los recebos. Estos precios oscilaron en 2005 entre $9.479 (gravas de cantera) y $2.064 pesos (recebo) por metro cúbico.

Como aproximación a los precios del mercado, los precios base calculados por la UPME tienen varias limitaciones. Por un lado, son construidos con

Cuadro 31. Precios para la liquidación de regalías en la industria de materiales de construcción (Pesos/m³)

Categorías	1994	1995	1996	1997	1998	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	Oct	Dic	Dic	Dic	Dic	Jun	Dic	Jun	Dic	Jun	Dic	Jun	Dic	Jun	Dic	Jun	Dic
Agregados pétreos	4.500	5.300	6.200	7.190	7.190	7.221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gravas y Arena lavada	5.500	6.400	7.490	8.690	8.690	8.728	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gravas	-	-	-	-	-	-	8.500	5.299	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenas y Gravas de cantera	-	-	-	-	-	-	-	-	7.160	7.160	7.160	-	-	-	-	-	-
Gravas de cantera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.901	9.578	9.578	9.479	9.479	9.479
Arenas de cantera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.160	7.175	7.175	7.101	7.101	7.101
Arenas-Gravas de lecho de río	-	-	-	-	-	-	-	-	2.862	2.862	2.862	-	-	-	-	-	-
Arenas de río	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.158	4.373	4.789	4.740	4.740	4.740
Gravas de río	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.158	4.257	4.662	4.614	4.614	4.614
								Arena				Arena	Arena	Arena	Arena	Arena	Arena
								3.021				-	-	-	-	-	-
Arena de peña y Recebo	2.500	2.900	3.395	3.940	3.940	3.957	3.980	Recebo	1.779	1.779	1.779	Recebo	Recebo	Recebo	Recebo	Recebo	Recebo
	-	-	-	-	-	-	-	1.058	-	-	-	1.963	1.904	2.085	2.062	2.063	2.064
Triturados	-	-	-	-	-	-	-	2.800	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: ASOGRAVAS.

base en cálculos de los mineros a partir de sus costos, que no necesariamente reflejan lo que ocurre en el mercado. Por otra, el constante cambio en las categorías con que agrupa la UPME, dificulta la construcción de un indicador comparable a través del tiempo, y por ser un estimativo nacional, no captura las diferencias en precios entre regiones. Finalmente, tanto ésta como casi todas las mediciones de precios para el sector, aunque están disponibles por tipo de material, no reconocen las diferencias en precios de las diferentes calidades.

b. Precios en la planta en la región

Con el objetivo de complementar con información regional la estimación de precios en boca de mina que produce la UPME, a continuación se presenta un seguimiento de los precios en el municipio de Guasca realizado por ASOGRAVAS y algunos resultados de una encuesta realizada por ASOGRAVAS con asesoría de Fedesarrollo, en desarrollo de este trabajo (Cuadro 33 y Cuadro 34). Los precios de los materiales de construcción, una vez tratados, en la región Bogotá-Cundinamarca, que se obtienen de estas dos fuentes adicionales señalan que en 2005 el precio en planta de los materiales de construcción en la región osciló entre $22.000 y $45.000 pesos por metro cúbico, y el promedio fue superior a los $30.000 pesos.

Cuadro 33. Precios en planta de materiales de construcción en Guasca

Año	Gravilla fina $/m³	Gravilla común $/m³	Arena $/m³
1993	11.500	11.000	10.500
1994	13.500	13.000	12.500
1995	15.500	15.000	15.500
1996	18.500	18.000	18.500
1997	20.500	20.000	20.500
1998	19.500	19.000	19.500
1999*	22.500	22.000	22.500
2005**	37.000	37.000	38.000

* IVA incluido.

** También es posible conseguir gravilla de 4" a $35.00 y mixto a $38.000.

Fuente: ASOGRAVAS.

Cuadro 34. Precios en planta de materiales de construcción en Bogotá y sus municipios aledaños (Pesos/m³)

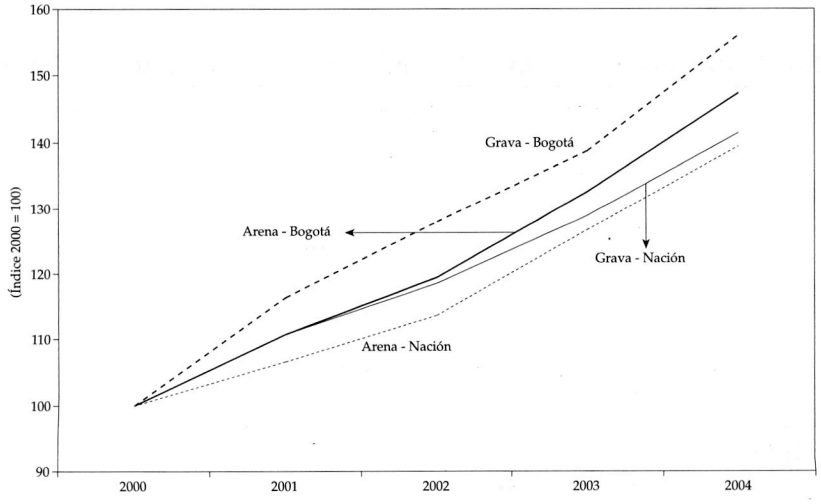
	Precio en planta (pesos/m³)		
	Arena	**Grava**	**Gravilla**
Promedio simple	34.444	33.364	29.761
Promedio ponderado	37.422	39.339	30.177
Máximo	45.000	45.000	37.120
Mínimo	22.000	18.000	18.000

Fuente: Encuesta ASOGRAVAS y cálculos de los autores.

c. Dinámica de los precios

Con el fin de dar una idea de la dinámica de los precios de los materiales de construcción, en el Gráfico 21 se presenta un índice de precios de las gravas y las arenas obtenido del Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICCV) del DANE, tanto para Bogotá como para el total nacional en el período 2000-2004. El índice iguala los precios de 2000 a 100. Los resultados revelan que los precios de las gravas han aumentado porcentualmente más que los

Gráfico 21. Evolución de los precios de los materiales de construcción



Fuente: DANE (ICCV) y cálculos de los autores.

precios de las arenas, tanto a nivel nacional como en Bogotá. Adicionalmente, señalan que los precios tanto de gravas como de arenas han crecido a un ritmo mayor en Bogotá que en el resto del país en los últimos años. Un detalle curioso es que la dinámica de estos índices de precios no corresponde a la de los precios base que se utilizan en la liquidación de regalías.

2.8. Recaudo fiscal

a. Regalías

Ante la imposibilidad de establecer el ingreso del estado por concepto de regalías por la extracción de materiales de construcción, en forma directa[30], a continuación se presenta un ejercicio que permite aproximarse a este ingreso para la región. Tomando los cálculos de oferta realizados en desarrollo del presente estudio a partir de la información disponible en Ingeominas (1996) y Proeza (2002), se estimaron las regalías con base al precio base promedio simple entre los distintos materiales y al precio más alto a diciembre de 2005. El escenario de menor producción potencial en 2005, arroja unos ingresos por concepto de regalías del orden de 143 millones de pesos tomando el precio promedio. En el escenario de mayor producción, el mismo ejercicio resulta en ingresos por regalías de aproximadamente 913 millones (ver Cuadro 35). Cuando se toma el precio base más alto las regalías son 243 y 1.522 millones respectivamente. Estos escenarios corresponden a la producción en millones de metros cúbicos procesados, que en el caso más extremo corresponde a 0,75 veces la producción *in situ*. Dado que las regalías se cobran sobre el material *in situ*, el recaudo por regalías debe entonces ser superior al que resulta de los cálculos realizados con el precio base promedio.

Para calcular los ingresos futuros potenciales por regalías se utilizan las proyecciones de demanda (presentadas arriba) basadas en la información contenida en las Cuentas Nacionales. Con estas proyecciones, y utilizando el precio promedio de los agregados en boca de mina para liquidación de

[30] En el Departamento Nacional de Planeación la desagregación de las regalías según su origen se encuentra en proceso.

Cuadro 35. Aproximación a los ingresos por regalías provenientes de Bogotá y Cundinamarca

Escenario de producción potencial 2005	Producción en millones de m3	Pago de regalías en millones de pesos	
		Precio base en boca de mina promedio 2005 $5.599,60	Precio base en boca de mina más alto 2005 $9.479,00
Ingeominas - Proeza escenario 1 (minas que no reportan producción producción = 0)	2,56	143	243
Ingeominas - Proeza escenario 2 (minas que no reportan producción producción = promedio zona	16,22	908	1.522

Fuente: Proeza (2002) UPME, Ingeominas y cálculos de los autores.

regalías (fuente UPME), se calculan los ingresos anuales promedio para el período 2006-2010. Los resultados señalan que las regalías no superarían los 1,200 millones de pesos. Si en cambio del promedio, se utiliza el precio para el material más costoso en 2005 (gravas de cantera), el recaudo anual potencial sería cercano a los 2,000 millones de pesos (ver Cuadro 36). En este caso también se debe tener en cuenta que el cobro de regalías se hace sobre el material *in situ* por lo que el recaudo puede ser hasta un 25% mayor.

Este ingreso potencial de la región por concepto de regalías, es bajo en relación con los costos que representa el recaudo a nivel local. Si se toma la producción de Bogotá, en el escenario de mayor producción potencial en 2005, el recaudo es de tan solo 99 millones de pesos (167 millones con el precio en boca de mina del material de construcción más costoso) de los cuales solo el 67% le corresponde al distrito. Esto tiene varias implicaciones. La primera es que debido a la tarifa de regalías es tan baja, los gobiernos municipales tienen pocos incentivos para hacer seguimiento a la extracción de materiales de construcción en sus localidades. Esto causa que en la práctica, el recaudo por regalías sea incluso inferior al recaudo potencial.

Una segunda implicación, que es de más largo plazo, está estrechamente atada a la primera. El pobre monitoreo puede llevar a que algunos mineros escojan no cumplir con la regulación ambiental, o laboral, y realicen una

Cuadro 36. Aproximación a los ingresos potenciales por regalías de la región

Escenario	Demanda anual promedio 2006-2010 en millones de m^3	Regalías promedio anual 2006-2010 en millones de pesos	
		Promedio precio base en boca de mina 2005 $5.599,60	Precio base en boca de mina para el material más costoso 2005 $9.479,00
% Valor materiales de construcción manufacturados	21,29	1.192	2.018
% en toneladas despachadas de cemento	21,32	1.194	2.021
Participación en número de minas (25%)	21,02	1.177	1.992

Fuente: Cuentas Nacionales (DANE), UPME y cálculos de los autores.

minería desordenada, con grandes externalidades negativas para las zonas aledañas. Esto causa malestar, no hacia una explotación especifica, sino hacia el sector en su conjunto, y puede generar una posición de rechazo en los municipios, que perciben pocos beneficios y altos costos de la extracción. En la práctica esto ha llevado a que los POTs intenten limitar aún más las áreas aptas para la minería, con los correspondientes efectos adversos para el sector. Esto se revisará más adelante en mayor detalle.

b. Impuesto de renta e IVA

El impuesto de renta e IVA son impuestos que se recaudan a nivel nacional. La contribución de la industria de extracción de materiales de construcción de la región por estos conceptos no está disponible en forma directa. Es posible aproximarse a la misma partiendo del recaudo nacional de ambos impuestos y utilizando, como en el caso de la demanda, la participación de la región en los despachos totales de cemento. Este ejercicio se presenta en el Cuadro 37. La región contribuyó entre 1999 y 2004 con 2,164 millones (pesos de 2004) anuales en promedio. De estos, 39% corresponden a impuesto de renta y 61% al IVA.

Cuadro 37. Ingresos por impuesto de renta e IVA por concepto de la extracción de los materiales de construcción en la región Bogotá - Cundinamarca*

	Cifras en millones de pesos de 2004		
Año gravable	**Impuesto de renta**	**IVA**	**Total**
1998	1.024	1.428	2.452
1999	666	1.217	1.883
2000	746	1.037	1.783
2001	688	954	1.642
2002	778	1.301	2.079
2003	984	1.910	2.894
2004	967	1.450	2.417

* Estos ingresos también incluyen los impuestos recaudados por la extracción de arcillas. Sin embargo, la participación de arcillas, que se deduce de las cuentas nacionales, es inferior al 1%.

Fuente: División de Estudios Fiscales - DIAN, ICPC y cálculos de los autores.

CAPÍTULO CUATRO

Implicaciones de la resolución 1197 de 2004

La resolución 1197 de 2004, mediante la cual se establecen las zonas compatibles con la minería en la Sabana de Bogotá, ha generado en el sector de materiales de construcción la preocupación por un eventual desabastecimiento de materiales de construcción en la Sabana y particularmente en la ciudad de Bogotá.

En esta sección se revisan las implicaciones de las medidas contenidas en esta resolución (ver detalle en la Sección II sobre Normatividad) para las reservas, la producción, los precios del mercado y las explotaciones informales e ilegales.

1. Oferta de la región

La dificultad para contar con información completa del sector, no permite calcular de manera directa el impacto de la resolución 1197 sobre la oferta de materiales de construcción en la región. En esta sección se presenta un ejercicio que tiene por objeto aproximarse, a la luz de la información disponible, al impacto de esta medida sobre el sector.

1.1. Reservas

a. Número de minas y área de explotación

De los 171 títulos vigentes o en proceso de renovación correspondientes a las minas de materiales de construcción "vivas", que se encuentran en la base de datos actual de Ingeominas, sólo 88 se encuentran en las zonas compatibles con la explotación minera que establece la resolución 1197 de 2004. En área, las minas vivas en zonas compatibles constituyen el 35% del área total explotable por minería legal (ver Cuadro 38)[31].

[31] La información por municipio se presenta en el Anexo 4.

Cuadro 38. Implicación de la resolución 1197 de 2004 sobre títulos mineros

Variable	Sabana de Bogotá			Total región		
	Antes	Después	Pérdida (%)	Antes	Después	Pérdida (%)
Número de títulos	171	88	49	338	253	25
Área en miles de m^2	141.607	49.191	65	340.909	248.377	27

Fuente: Ingeominas y cálculos de los autores.

b. Volumen de reservas

Las reservas totales de la Sabana de Bogotá de los títulos vigentes antes de la expedición de la resolución 1197 de 2004 eran 172 millones de metros cúbicos. Al excluir del cálculo las reservas ubicadas en zonas declaradas como no compatibles con la minería, las reservas de materiales de construcción en la Sabana de Bogotá se reducen en 67 millones de metros cúbicos, que representan el 39% de las reservas legales totales de la Sabana y el 25% de las reservas totales en la región (ver Cuadro 39). La resolución 1197 contempla que algunas de las explotaciones por fuera de las zonas compatibles puedan seguir explotando durante un período de tiempo para permitir la estabilización geotécnica, geomorfológica y paisajística. El ejercicio presentado en la tabla no tiene en cuenta estas reservas por lo que puede estar sobreestimando el efecto de la resolución sobre las reservas.

Cuadro 39. Reservas probadas de materiales de la construcción en la Sabana de Bogotá y en Cundinamarca en 2006 en explotaciones con títulos mineros y en áreas compatibles con resolución 1197

Variable	Sabana de Bogotá			Total región		
	Antes	Después	Pérdida (%)	Antes	Después	Pérdida (%)
Reservas en miles m^3	171.951	104.866	39	271.107	204.022	25

Fuente: Proeza (UPME), 2001 - Ingeominas (SIAL), Ingeominas (archivos enero 2006) y cálculos de los autores enero 2006.

La Resolución 1197 también tiene un efecto sobre las reservas no tituladas que no se ha medido por ausencia de información. La Sabana de Bogotá tiene abundantes reservas de materiales de construcción (ver Mapa 3); sin embargo, al definirse las zonas compatibles con la minería, las áreas explotables han sido limitadas, con pocas excepciones, a las zonas que están actualmente bajo explotación. Esto implica que la capacidad de expandir las reservas actuales queda limitada por la normatividad. Adicionalmente, las mediciones que se presentan no incluyen, porque la información no existe, las reservas que hoy existen en zonas compatibles con la minería y que no han sido tituladas.

1.2. Producción

Replicando el ejercicio de oferta potencial probada del capítulo anterior, pero excluyendo la producción potencial de las minas que están ubicadas en áreas no compatibles con la minería según la resolución 1197 de 2004, se encuentra que las 88 minas vivas de la Sabana ubicadas en zonas compatibles representan una producción anual de aproximadamente 1,7 millones de metros cúbicos de materiales de la construcción en el escenario optimista y 0,9 millones en el escenario pesimista (el 29% y el 44% de la oferta potencial anual de la Sabana antes de la restricción, respectivamente) (ver Cuadro 40). La restricción reduce la oferta potencial total de la región en un 26% (escenario de mayor producción), o en un 46% (escenario que tiene en cuenta solo la información reportada).

Cuadro 40. Oferta potencial de materiales de construcción 2005. Minas vivas en zonas compatibles según resolución 1197 de 2004

Variable	Sabana de Bogotá			Total región		
	Antes	Después	Pérdida (%)	Antes	Después	Pérdida (%)
Producción en miles de m³ Minas sin datos Producción = 0	2.108	923	56	2.558	1.373	46
Producción en miles de m³ Minas sin datos Prod. = media	5.944	1.749	71	16.220	12.019	26

Fuente: Proeza (2002), Ingeominas y cálculos de los autores.

Cuando se tienen en cuenta consideraciones de calidad los efectos de la Resolución 1197 también son significativos. En el escenario de mayor producción la producción de la Sabana se reduce en 75%, mientras que en el escenario en el que se tiene en cuenta solo la información reportada la producción se reduce en 37%[32] (ver Cuadro 41). Los municipios más afectados son Chocontá, El Rosal, Guasca y Subachoque.

1.3. Duración de las reservas

Al cruzar la información de reservas con la demanda proyectada de materiales de construcción (utilizando la demanda total calculada a partir de las Cuentas Nacionales), se encuentra que la resolución 1197 de 2004 reduce en dos año y medio la duración de las reservas de la Sabana de Bogotá, y en dos años la duración de las reservas en la región. Las reservas de la Sabana durarán hasta finales de 2010[33]. Las reservas en la región podrían cubrir la demanda hasta mediados de 2014.

Estos estimativos, sin embargo, no están teniendo en cuenta las diferencias en tipos de materiales y en calidades. Al cruzar la información de reservas en los municipios identificados por ASOGRAVAS como productores de agre-

Cuadro 41. Oferta potencial de materiales de construcción para concreto y mezcla asfáltica en 2005 en zonas compatibles según resolución 1197 de 2004

Variable	Sabana de Bogotá			Total región		
	Antes	Después	Pérdida (%)	Antes	Después	Pérdida (%)
Producción en miles de m^3 Minas sin datos prodrucción = 0	827	522	37	827	522	37
Producción en miles de m^3 Minas sin datos prod. = media	2.467	616	75	3.280	1,428	56

Fuente: Proeza (2002), Ingeominas y cálculos de los autores.

[32] Este impacto puede estar sobreestimado debido a que la producción reportada por la minería del Tunjuelo, que se toma en la muestra, es muy baja. Como se verá más adelante, la información directa provista por estas explotaciones señalan una capacidad de producción varias veces mayor.

[33] Esto bajo el supuesto que la demanda sea saciada en su totalidad por las explotaciones en la Sabana. Una vez estas se agotan las demás explotaciones empezarían a surtir la capital.

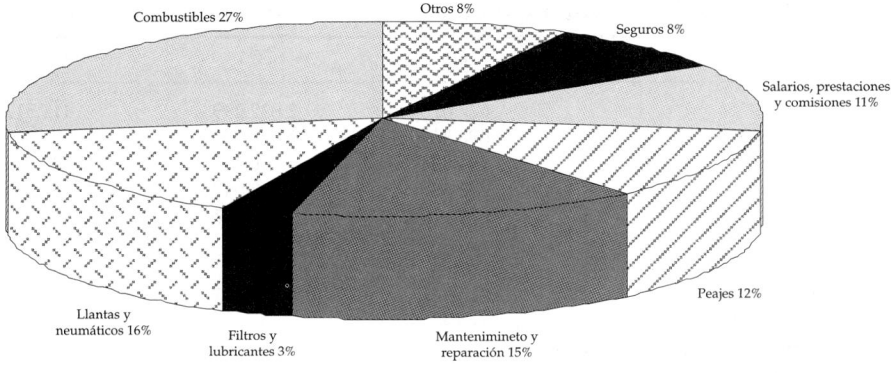
gados para concreto y mortero, con la demanda proyectada de materiales de construcción para concreto (utilizando la demanda por cemento y diferentes escenarios de proporciones entre cemento y materiales de construcción en la mezcla del concreto), se encuentra que la resolución 1197 de 2004 reduce estas reservas en un 36%, que equivale a dos años y medio de reservas en el escenario (1:5), que es el que hemos tomado como el más plausible. En este escenario las reservas alcanzarían hasta mediados de 2012.

2. Costos de transporte

Los costos de transporte son un componente muy importante en el precio final de los materiales de construcción en los centros de consumo. Entre mayor sea la distancia de las canteras al centro de consumo, mayores serán estos costos. La reducción de las reservas explotables en la Sabana de Bogotá generará, en un futuro cercano, la necesidad de proveerse de materiales de construcción en canteras más distantes. Con el fin de dimensionar cuales son los posibles efectos sobre los precios, a continuación se realiza un análisis detallado de los costos de transporte.

Como primera aproximación a este análisis, se explora la estructura de costos asociados con la operación de un vehículo que puede ser utilizado en el transporte de materiales de construcción. El Gráfico 22 presenta la

Gráfico 22. Estructura promedio de costos operativos de un tractocamión en 2004



Fuente: ANDI. Cálculos de los autores.

estructura promedio de los costos operativos de un tractocamión que, aunque no es idéntico al transporte especializado, ni al transporte interurbano o regional, sí puede dar luces en cuanto a las variables relevantes para el análisis de los costos de transporte de los materiales de construcción.

El consumo de combustible está asociado a la distancia recorrida, mientras que las llantas, neumáticos, filtros, lubricantes, mantenimiento y reparación están, además, asociados al estado de las vías. Los peajes dependen de la ruta y los salarios, prestaciones, comisiones, seguros y otros, son costos fijos para el caso de este ejercicio.

2.1. Costos fijos

Los costos fijos del transporte de carga son un elemento fundamental para entender los efectos de la duración de los viajes sobre el costo total del transporte. Aunque los costos fijos no dependen de la actividad del vehículo, la forma en que estos afectan el precio final sí depende del número de viajes que realiza un vehículo en un mes. Por ejemplo, si los tiempos de duración de un trayecto aumentan, el número de recorridos que puede realizar un vehículo en un mes disminuye y los costos fijos se distribuyen entre un menor número de viajes, aumentando así el costo por viaje.

En el Cuadro 42 se presentan los costos fijos mensuales por categoría de vehículo. Si un vehículo de 2 ejes realiza 120 viajes en un mes, en el precio del transporte se cargan $23,472 pesos por recorrido correspondientes al

Cuadro 42. Costo fijo promedio mensual en pesos por categoría de vehículo

Componente	C2	C3	C3-S
Seguros	627.018	2.032.299	2.415.512
Salarios y prestaciones básicas	1.090.364	1.090.364	1.090.364
Parqueadero	104.804	146.648	196.838
Impuestos de rodamiento	12.891	22.945	39.184
Recuperación de capital	981.570	2.719.681	2.850.280
Gastos de administración*			
Costos fijos mes	2.816.647	6.011.937	6.592.177

* El gasto administrativo se calcula como el 5% del total de los costos de operación. Adicionalmente hay unos costos que dependen de la facturación que son un 15% de los costos variables y fijos.
Fuente: Ministerio de Transporte, Banco de la República. Cálculos de los autores.

costo fijo, mientras que si realiza solo 60, se cargan $46,944 pesos. La duración de un trayecto es determinante en el número de trayectos que puede realizar un vehículo en un mes y, en esta medida, en el precio final de una carga de materiales de construcción en los centros de consumo. El Ministerio de Transporte propone tres velocidades promedio para vehículos pesados, dependiendo del tipo de terreno: 40 km/hora en las carreteras planas, 22 km/hora en carreteras onduladas y 12 km/hora en carreteras montañosas. Esto implica que el tiempo de trayecto en una carretera ondulada es casi la mitad de la duración del mismo en una carretera montañosa, y éste es, a su vez, casi el doble que en una carretera plana.

2.2. Costos variables

Partiendo de un trabajo del Ministerio de Transporte sobre la estructura de costos de operación vehicular para el año 2001, se construye un indicador de costos variables por tipo de terreno para el año 2005[34] (ver Cuadro 43). El costo del transporte por kilómetro, por tipo de vehículo, aumenta dependiendo de las características del terreno y del tamaño del vehículo. Para un camión de 2 ejes en un trayecto por terreno plano, el costo es de $946 pesos por kilómetro, mientras que para un tractocamión en terreno montañoso es de $2,456 pesos por kilómetro (ver detalle sobre categorías de vehículos en el Anexo 5).

a. Acceso a la Sabana de Bogotá

A Bogotá se puede acceder por 8 carreteras nacionales en concesión y una carretera regional en muy mal estado. Estas carreteras se conectan con los diferentes municipios a través de concesiones departamentales y carreteras departamentales y municipales que adicionalmente conectan las carreteras nacionales entre sí (ver Anexo 6). El acceso desde el norte se da a través de

---

[34] Los costos de transporte de 2001 disponibles en el Ministerio de Transporte, se trajeron a valores de 2005 utilizando los IPPS disponibles. En el caso de los combustibles, se utilizó la tasa de crecimiento de los precios de la gasolina y el A.C.P.M. Se ponderó el cambio suponiendo que el 83% de camiones utilizan A.C.P.M. Este porcentaje se obtuvo de los datos registrados para el actual parque automotor.

Cuadro 43. Costos variables del transporte en pesos por kilómetro recorrido, por categoría de vehículo

Componente	C2	C3	C3-S
Consumo de combustibles			
Plano	482	390	700
Ondulado	684	533	952
Montañoso	996	772	1.372
Otros costos variables			
Consumo de llantas	163	261	431
Consumo de lubricantes	29	46	55
Consumo de filtros	12	29	42
Mantenimiento y reparaciones	205	353	447
Lavado y engrase	22	31	33
Imprevistos	32	54	76
Total costos variables por vehículo por km			
Plano	946	1.163	1.784
Ondulado	1.148	1.306	2.036
Montañoso	1.460	1.545	2.456

Fuente: Ministerio de Transporte, Banco de la República y Ministerio de Minas. Cálculos de los autores.

la autopista norte o la carrera séptima, las cuales se comunican más adelante con las rutas a Bucaramanga y a Tunja. El nororiente se comunica con Bogotá a través de la concesión de la Calera que a su vez desemboca en la Autopista Norte por la ruta a Sopó. Choachí accede a Bogotá por una carretera con problemas de orden público que no está en buen estado, mientras que los municipios al sur-oriente están atendidos por la carretera Bogotá-Villavicencio. En el sur existe un acceso en muy mal estado que conecta a Usme con Pazca y Nazareth. Estos municipios también pueden acceder a Bogotá por la troncal Bogotá-Girardot que comunica al sur-occidente del Departamento. Los municipios al occidente tienen dos rutas de acceso, la ruta Facatativa-Madrid-Albán y la autopista Medellín que parte de la calle 80, las cuales se conectan a través de la concesión Panamericana en Villeta. La concesión departamental DEVISAB conecta a Siberia con Mosquera y a ésta con Soacha, uniendo los tres accesos del occidente. Esta concesión es a su vez, una ruta alterna hacia Girardot.

b. Peajes

Los municipios de la Sabana tienen un acceso más fácil hacia la capital debido a que las carreteras tienden a ser más rectas y existen más alternativas de rutas en buen estado. Los otros municipios del Departamento, aunque pueden estar relativamente cerca en distancia, tienen tiempos de trayecto más largos. En el Cuadro 44 se muestran las distancias y los costos de peaje para las diferentes categorías de camiones especificadas en el Anexo 5. Se contemplan los trayectos de ida y regreso entre los municipios que tienen minas de materiales de la construcción y Bogotá, ya que en la mayoría de los casos el viaje hacia la mina se hace vacío.

En algunos casos se presentan rutas alternativas para mirar las diferencias en los costos de peaje. Sin embargo, no es posible a partir de la información disponible, identificar las diferencias en distancia entre las distintas alternativas de ruta a un mismo destino. Tampoco existe información detallada sobre el tiempo que toman los trayectos, sobre el estado de las vías o sobre la velocidad promedio en las mismas.

En la tabla se señalan los municipios ubicados en la Sabana de Bogotá en gris y en cada ruta señalan los nombres de los peajes que se están teniendo en cuenta en el cálculo.

Los resultados de este ejercicio indican que la distancia promedio, ponderada por el área de las minas, es de 34 kilómetros para las minas ubicadas en la Sabana de Bogotá y de 124 kilómetros para las minas del Departamento por fuera de la Sabana. Adicionalmente los costos por peaje son, en promedio, entre 3 y 4 veces mayores para los municipios por fuera de la Sabana, dependiendo de la categoría del vehículo. Aunque algunos de estos peajes son evitables tomando rutas alternas, en el ejercicio se supuso el uso de las rutas principales.

Este supuesto se fundamenta en que el estado de las vías alternas es bastante inferior al de las vías principales, lo que puede incrementar los costos en mantenimiento, reparación y llantas. Adicionalmente, los tiempos de trayecto y las distancias son mayores por las rutas alternas, y en caso en que se diera una reducción en costos por estas rutas sin peajes, no es claro que los beneficios se traspasen al consumidor, ya que usualmente el transportador o el conductor se los apropian.

Cuadro 44. Costo de peajes por categoría de vehículo por ruta desde los municipios mineros ubicados en la región Bogotá-Cundinamarca, hacia Bogotá y retorno

Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²	Rutas	Distancia en km	Costo pejaes por categoría de vehículos (Trayecto ida y vuelta)				
					III	IV	V	VI	VII
Albán	2	3.550	Río Bogotá-Corso	59	11.600	15.400	26.800	35.800	39.000
Anapoima	2	408	Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro	87	32.600	42.700	119.000	158.100	179.900
Apulo	7	9.859	Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro	110	32.600	42.700	119.000	158.100	179.900
Arbeláez	1	260	Chusacá	82	13.400	13.400	28.000	45.600	52.400
Beltrán	5	8.320	Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro	162	32.600	42.700	119.000	158.100	179.900
			Río Bogotá-Corso		11.600	15.400	26.800	35.800	39.000
Bogotá	21	16.543	No hay peaje	0	0	0	0	0	0
Bojacá	8	6.256	Río Bogotá-Corso	40	11.600	15.400	26.800	35.800	39.000
Cajicá	2	252	Andes	39	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Caparrapí	10	3.934	Siberia-Caiquero	186	28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
			Andes (Vía Pacho)		5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Cáqueza	6	1.812	Boquerón	49	20.000	52.600	59.200	65.600	78.800
Carmen de Carupa	3	14.599	Andes-Casablanca	112	15.000	21.800	42.600	55.400	62.100
Cogua	5	1.031	Andes	31	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Cucunubá	1	162	Andes-Casablanca	106	15.000	21.800	42.600	55.400	62.100
			Andes-El Roble		15.800	22.600	44.600	56.200	63.900
Chía	4	1.778	Andes	55	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Chipaque	1	1.484	Boquerón	27	20.000	52.600	59.200	65.600	78.800
Choachí	1	151	No hay peaje	55	0	0	0	0	0
Chocontá	2	5.138	Andes-El Roble	75	15.800	22.600	44.600	56.200	63.900
El Rosal	8	22.475	Siberia	25	6.800	9.100	15.800	21.200	23.300
Fusagasugá	1	164	Chusacá	64	13.400	13.400	28.000	45.600	52.400
Gachancipá	2	2.595	Andes	52	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Gachetá	3	2.032	Los patios (vuelta vía autopista)	99	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
Girardot	3	5.300	Chusacá-Chinauta	134	26.800	26.800	56.000	91.200	104.800
			Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro-Pubenza	119	43.800	57.500	143.200	189.300	215.500

Cuadro 44. Costo de peajes por categoría de vehículo por ruta desde los municipios mineros ubicados en la región Bogotá-Cundinamarca, hacia Bogotá y retorno *(Continuación)*

Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²	Rutas	Distancia en km	Costo pejaes por categoría de vehículos (Trayecto ida y vuelta)				
					III	IV	V	VI	VII
Granada	3	2.320	Chusacá	18	13.400	13.400	28.000	45.600	52.400
Guachetá	3	2.034	Andes-El Roble	116	15.800	22.600	44.600	56.200	63.900
			Andes-Casablanca (Vía Ubate)		15.000	21.800	42.600	55.400	62.100
Guaduas	11	14.629	Siberia-Caiquero	126	28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
Guasca	9	13.710	Los patios (vuelta vía autopista)	51	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
Guataquí	2	493	Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro	117	32.600	42.700	119.000	158.100	179.900
Guayabetal	2	2.746	Boquerón-Pte Quetame	86	42.800	97.000	110.800	125.000	144.800
Jerusalén	2	5.090	Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro	113	32.600	42.700	119.000	158.100	179.900
La Calera	5	6.504	Los patios	16	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
La Mesa	1	296	Rio Bogotá-Mondoñedo	69	19.200	23.700	59.800	81.300	92.100
La Palma	2	328	Siberia-Caiquero	150	28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
			Andes (Vía Pacho)		5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
La Vega	1	30	Siberia	54	13.600	18.200	31.600	42.400	46.600
Lenguazaque	3	101	Andes-El Roble	155	15.800	22.600	44.600	56.200	63.900
			Andes-Casablanca (Vía Ubate)		15.000	21.800	42.600	55.400	62.100
Machetá	1	36	Andes-El Roble-Machetá	101	83.200	81.000	104.200	150.400	217.500
Madrid	1	128	Río Bogotá	29	5.800	7.700	13.400	17.900	19.500
			Tibaida		13.400	16.000	35.400	43.600	46.400
Manta	2	6.000	Andes-El Roble-Machetá	130	83.200	81.000	104.200	150.400	217.500
			Los patios (vuelta vía autopista)		5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
Medina	3	6.387	Los patios (vuelta vía autopista)	192	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
			Boquerón-Pte Quetame-Pipiral-Vanguardia						
			- Veracruz (Vía Villavicencio)		86.600	169.600	199.200	252.600	301.000
Mosquera	8	9.803	Río Bogotá	23	5.800	7.700	13.400	17.900	19.500
			Tibaida		13.400	16.000	35.400	43.600	46.400

Fuente: Ingeominas, INVÍAS, INCO y DEVISAB. Cálculos de los autores.

Cuadro 44. Costo de peajes por categoría de vehículo por ruta desde los municipios mineros ubicados en la región Bogotá-Cundinamarca, hacia Bogotá y retorno *(Continuación)*

Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²	Rutas	Distancia en km	Costo pejaes por categoría de vehículos (Trayecto ida y vuelta)				
					III	IV	V	VI	VII
Nariño	3	497	Chusacá-Chinauta	149	26.800	26.800	56.000	91.200	104.800
			Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro-Pubenza	149	43.800	57.500	143.200	189.300	215.500
Nemocón	1	675	Andes	65	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Nilo	10	27.091	Chusacá-Chinauta	148	26.800	26.800	56.000	91.200	104.800
Nocaima	1	4.860	Siberia	92	13.600	18.200	31.600	42.400	46.600
Pacho	3	5.516	Andes	88	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Pandi	1	52	Chusacá-Chinauta	87	26.800	26.800	56.000	91.200	104.800
Paratebueno	1	53	Los patios (vuelta vía autopista)	211	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
			Boquerón-Pte Quetame-Pipiral-Vanguardia-Veracruz		86.600	169.600	199.200	252.600	301.000
Pasca	4	5.622	Chusacá	75	13.400	13.400	28.000	45.600	52.400
			Vía USME-No hay peajes		0	0	0	0	0
Puerto Salgar	3	10.967	Siberia-Caiquero-Bicentenario	195	42.400	47.000	104.000	132.400	150.200
Quebradanegra	1	550	Siberia-Caiquero	113	28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
			Andes (Vía Pacho)		5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Ricaurte	9	20.201	Chusacá Chinauta	142	26.800	26.800	56.000	91.200	104.800
San Antonio Tequendama	5	859	Rio Bogotá-Mondoñedo	56	19.200	23.700	59.800	81.300	92.100
San Cayetano	1	600	Andes	134	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
San Francisco	6	7.624	Siberia	80	13.600	18.200	31.600	42.400	46.600
San Juan de Río Seco	4	2.019	Río Bogotá-Corso-Guayabal	117	28.400	31.800	68.600	89.800	104.400
			Siberia-Caiquero		28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
Sasaima	1	79	Siberia	80	13.600	18.200	31.600	42.400	46.600
			Río Bogotá-Corzo-Jalisco		28.400	31.800	68.600	89.800	104.400
Sibaté	12	5.564	No hay peaje	29	0	0	0	0	0
Silvania	2	117	Chusacá	65	13.400	13.400	28.000	45.600	52.400
Simijaca	2	181	Andes-Casablanca	136	15.000	21.800	42.600	55.400	62.100

Cuadro 44. Costo de peajes por categoría de vehículo por ruta desde los municipios mineros ubicados en la región Bogotá-Cundinamarca, hacia Bogotá y retorno *(Continuación)*

Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²	Rutas	Distancia en km	Costo pejaes por categoría de vehículos (Trayecto ida y vuelta) III	IV	V	VI	VII
Soacha	31	15.274	No hay peaje	18	0	0	0	0	0
Sopó	6	461	Los patios (vuelta vía autopista)	47	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
			Andes		5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Subachoque	6	14.324	Siberia	55	6.800	9.100	15.800	21.200	23.300
Sutatausa	6	1.032	Andes-Casablanca	88	15.000	21.800	42.600	55.400	62.100
Tabio	7	10.058	Andes	45	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Tausa	7	254	Andes-Casablanca	80	15.000	21.800	42.600	55.400	62.100
Tena	1	0	Río Bogotá-Mondoñedo	66	19.200	23.700	59.800	81.300	92.100
Tibacuy	2	890	Chusacá	87	13.400	13.400	28.000	45.600	52.400
Tocaima	1	394	Río Bogotá-Mondoñedo-San Pedro	102	32.600	42.700	119.000	158.100	179.900
Tocancipá	24	5.620	Andes	47	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Ubaque	1	826	Boquerón	56	20.000	52.600	59.200	65.600	78.800
Une	2	1.008	Boquerón	43	20.000	52.600	59.200	65.600	78.800
Útica	9	10.152	Siberia-Caiquero	119	28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
			Andes (Vía Pacho)		5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Viani	1	650	Río Bogotá-Corso-Guayabal	107	28.400	31.800	68.600	89.800	104.400
			Siberia-Caiquero		28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
Villapinzón	1	3.001	Andes-El Roble	95	15.800	22.600	44.600	56.200	63.900
Villeta	5	4.937	Siberia-Caiquero	91	28.000	32.600	67.800	87.400	98.400
			Río Bogotá-Corzo-Jalisco		28.400	31.800	68.600	89.800	104.400
Zipaquirá	1	164	Andes	49	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Total Sabana	**171**	**141.607**	**Promedio ponderado**	**34**	**5.298**	**8.815**	**14.697**	**19.366**	**21.019**
Resto de Cundinamarca	**167**	**199.302**	**Promedio ponderado**	**124**	**20.641**	**26.270**	**52.743**	**73.351**	**83.105**
Total Región	**338**	**340.909**	**Promedio ponderado**	**87**	**14.268**	**19.019**	**36.940**	**50.926**	**57.316**

Fuente: Ingeominas, INVÍAS, INCO y DEVISAB. Cálculos de los autores.

c. Tiempos de trayecto

Tomando la distancia promedio de las minas de la Sabana de Bogotá y del resto de Cundinamarca y suponiendo una velocidad promedio en cada una de las rutas[35], se calcularon unos tiempos promedio de trayecto para las dos zonas. A partir de estos tiempos se obtuvo el número de rutas que haría un camión de transporte de materiales al mes. Los resultados se presentan en el Cuadro 45. Un camión que cubra las minas de la Sabana de Bogota puede hacer 4 viajes al día y 120 viajes al mes, mientras que el mismo camión, cubriendo las minas de Cundinamarca que no están ubicadas en la Sabana de Bogotá, sólo puede hacer un viaje al día. Este cuadro sirve para ilustrar algunos casos particulares, ya que cada mina tiene una distancia específica y existen minas en Cundinamarca, como las ubicadas en Une, que están tan sólo a 43 km de distancia de Bogotá. Estos resultados sirven para comenzar a dimensionar los costos de surtir el mercado de Bogotá desde minas más lejanas.

Cuadro 45. Número de rutas de un vehículo al mes por zona de ubicación de la mina

	Distancia promedio a mina	Velocidad promedio	Tiempo trayecto ida	Tiempo trayecto ida y vuelta	Rutas día	Rutas mes
Sabana de Bogotá	34 km	31km/h	1,10 horas	2,19 horas	4	120
Cundinamarca	124km	24km/h	5,17 horas	10,33 horas	1	30

Fuente Gobernación de Cundinamarca, Ministerio de Transporte y cálculos de los autores.

2.3. Costos totales

Utilizando las velocidades promedio y la distancia de las minas a Bogotá, es posible calcular los costos totales del transporte por metro cúbico. La estructura de estos costos, y el valor de sus componentes se presenta en el

[35] Esta velocidad se construye como el promedio simple entre la velocidad en terreno ondulado y plano para el caso de la Sabana y de terreno ondulado, plano y montañoso para el resto de Cundinamarca, tomando la velocidad sugerida por el Ministerio de Transporte para cada tipo de terreno.

Cuadro 46. Los costos por kilómetro para la distancia de la mina a Bogotá están determinados por un componente de costos variables y otro de costos fijos distribuidos por kilómetro. Adicionalmente, se calcula el costo del tiempo de embarque y desembarque que es igual para todas las rutas. Se supone una jornada de trabajo de 16 horas/día y un tiempo de cargue y descargue de 2 horas. Los resultados señalan que cada kilómetro adicional de trayecto, en un camión de dos ejes, implica un costo de 499[36] pesos por metro cúbico para las minas ubicadas en la Sabana, y de 574 pesos por metro cúbico para las minas ubicadas en Cundinamarca[37] sin tener en cuenta el costo de peajes. En un tractocamión, el costo por kilómetro, por metro cúbico, es 237 pesos y 283 pesos respectivamente.

A partir de los cálculos anteriores, es posible obtener un costo de transporte promedio por metro cúbico de carga, para una ruta de distancia promedio en la Sabana de Bogotá y en Cundinamarca (ver Cuadro 47). Este

Cuadro 46. Costos promedio por tonelada por kilómetro y número de rutas al mes

Componente	C2	C3	C3-S
Total costo variable por km por m³*			
Sabana de Bogotá	349,0	224,4	159,2
Resto de Cundinamarca	394,9	243,2	187,1
Costos fijos por m³ por kilometro*			
Sabana de Bogotá	63,1	73,5	36,9
Resto de Cundinamarca	79,3	92,3	46,4
Costos fijo por ruta por m³ (embarque y desembarque)	1.956,0	2.277,2	1.144,5
Costos administrativos y dependientes de la facturación**	x 1,21	x 1,21	x 1,21
Peajes		Mirar tablas	

* Estos costos se calculan suponiendo que el viaje de retorno se hace vacío.

** Los costos administrativos corresponden al 5% de los costos totales y los otros costos asociados a la facturación corresponden al 15%.

Fuente: Ministerio de transporte, Banco de la República, Ministerio de minas y energía. Cálculos de los autores.

[36] El costo por kilómetro que estima la industria es de 429 pesos por kilómetro por metro cúbico en promedio.

[37] Teniendo en cuenta los costos administrativos y asociados a la facturación.

Cuadro 47. Costo de transporte promedio por tonelada para la Sabana de Bogotá y para Cundinamarca

Costos	IV	V-a	V-b
Costo promedio de transporte por m^3 sin peajes			
Sabana de Bogotá	19.320	15.008	9.452
Resto de Cundinamarca	71.218	51.474	35.296
Costo promedio por m^3 peajes			
Sabana de Bogotá	1.469	1.336	612
Resto de Cundinamarca	4.378	4.795	2.198
Costo promedio de transporte por m^3 total			
Sabana de Bogotá	20.790	16.345	10.064
Resto de Cundinamarca	75.596	56.268	37.493

Nota: La categoría de peaje V se divide entre a) Camiones de 3 ejes rígidos y b) Tractocamiones de 3 y cuatro ejes.
Fuente: Ministerio de transporte, Banco de la República, Ministerio de minas y energía, INCO, INVÍAS, DEVISAB e Ingeominas. Cálculos de los autores.

cálculo indica que las minas de materiales de construcción ubicadas en la Sabana de Bogotá pagan por el transporte de los materiales a Bogotá, casi una cuarta parte de lo que pagan las minas en Cundinamarca.

El transporte más eficiente, en términos de costo, es aquel que se hace en tractocamiones de 24 metros cúbicos. El transporte en uno de estos camiones, pagando el promedio ponderado de los peajes de las rutas de la zona, cuesta 10,064 pesos por metro cúbico para los materiales de construcción provenientes de una mina en la Sabana (ubicada en promedio a 34 kilómetros de la ciudad) y 37,493 pesos por metro cúbico para una mina en Cundinamarca (ubicada en promedio a 124 kilómetros).

a. Consideraciones de calidad

Como ya se mencionó anteriormente no todas las canteras ofrecen los mismos materiales de construcción ni las mismas calidades. Los materiales de construcción para concreto y mortero exigen una mayor calidad y provienen, en su gran mayoría, de un número reducido de municipios. Tomando a Bogotá y a los 5 municipios dentro de la Sabana identificados por ASOGRA-

VAS como proveedores de estos materiales y comparando los costos de transporte de estos municipios con los costos de las alternativas por fuera de la Sabana (Une, los lechos del río Guayuriba cercanos a Villavicencio), se encuentra que también, en este caso, los municipios ubicados dentro de la Sabana de Bogotá tienen costos de transporte promedio menores que los municipios ubicados por fuera de la Sabana (ver Cuadro 48).

Cogua es el municipio con menores costos de transporte, después de las minas ubicadas dentro de la ciudad. Une, a pesar de estar ubicada por fuera de la Sabana, tiene costos de transporte similares a los de Subachoque e inferiores a los de Chocontá. Finalmente los materiales de construcción producidos en Bogotá tienen un costo de transporte equivalente al costo fijo, (0 km de distancia)[38].

Cuadro 48. Costo de transporte desde municipios con materiales de construcción aptos para la producción de concreto y de mortero

Municipio	Distancia en km	IV	V-a	V-b
Sabana de Bogotá				
Bogotá	0	1.956	2.277	1.144
Chocontá	75	43.531	33.839	21.038
Cogua	31	19.858	15.618	9.515
Guasca	51	30.064	22.953	14.319
El Rosal	25	16.349	13.201	7.975
Subachoque	55	31.309	24.013	15.093
Tabio	45	26.839	20.664	12.837
Por fuera de la sabana				
Carmen de Carupa	112	70.261	52.098	34.810
Guayabetal	86	67.877	47.743	30.304
Une	43	35.805	25.595	16.003

Nota: La categoría de peaje V se divide entre a) Camiones de 3 ejes rígidos y b) Tractocamiones de 3 y cuatro ejes.
Fuente: Ministerio de transporte, Banco de la República, Ministerio de minas y energía, INCO, INVÍAS, DEVISAB e Ingeominas. Cálculos de los autores.

[38] Los resultados de un estudio realizado para ASOGRAVAS señalan que los costos de transporte en Bogotá se ubican entre 4.300 y 8.000 pesos por tonelada (6.000 y 11.500 pesos por metro cúbico) dependiendo del tamaño del camión, para la ruta promedio. El componente de este costo que esté en función de la distancia al cliente debe ser, en promedio, igual para todas las explotaciones. La industria señala que los costos de transporte para minoristas en Bogotá pueden llegar a ser de 20,000 pesos.

2.4. Distancias y tiempos de trayecto a departamentos cercanos

Por fuera del Departamento, hay fuentes de materiales de construcción que potencialmente podrían abastecer la demanda de Bogotá, en Boyacá, Tolima y Meta. En Boyacá hay materiales de construcción aptos para la producción de concreto y mortero, pero su extracción es muy costosa por escasez de agua. En el Tolima existen materiales de menor calidad, en su mayoría arenas y en el Meta los materiales de construcción son de buena calidad, pero los costos de transporte son altos. En el Cuadro 49 se presenta la distancia y la velocidad promedio desde Bogotá a las capitales departamentales de Meta, Tolima y Boyacá, y la distancia a Guamo (Tolima), que es un lugar conocido de extracción de arenas, para dar una idea de los mayores costos que estas alternativas implican. La distancia a Bogotá oscila entre 132km y 213km y los tiempos de trayecto de ida y vuelta varían ente 9,4 horas y 17,9 horas.

Cuadro 49. Distancia, velocidad promedio y tiempos de trayectos a departamentos cercanos

Ciudad	Distancia a Bogotá en km	Velocidad km/h	Tiempo un trayecto horas	Tiempo doble trayecto horas
Guamo	176	27,1	6,5	13,0
Ibagué	213	27,1	7,9	15,7
Tunja	145	30,9	4,7	9,4
Villavicencio	132	14,7	9,0	17,9

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997) hojas de ruta, Ministerio de Transporte y cálculos de los autores.

2.5. Efecto sobre el número de vehículos

El alejamiento de la minería de la ciudad no solo aumenta el costo del transporte por metro cúbico. Adicionalmente implica un mayor número de camiones transportando materiales. Como lo señala el Cuadro 50 el transporte de materiales de construcción hacia Bogotá exigió en 2005 realizar entre 745 mil viajes y 2,98 millones de viajes ida y retorno, que equivalen a 2.041 y 8.164 viajes por día respectivamente. Si la distancia del trayecto se dobla,

reduciendo a la mitad el número de viajes por vehículo, por día, y el transporte se sigue haciendo en vehículos con la misma capacidad, el número de camiones transportando materiales tendría que doblarse y la presión sobre las vías también aumentaría.

Cuadro 50. Número de trayectos por transporte de materiales de construcción

Año	Demanda materiales de de construcción en millones de m^3 (escenario % cemento)	Número de trayectos ida y vuelta (miles/año)		
		Camión C2 con capacidad de 6 m^3	Camión C3 con capacidad de 11 m^3	Camión C3S con capacidad de 24 m^3
2001	14,20	2.367	1.291	592
2002	15,05	2.508	1.368	627
2003	15,94	2.656	1.449	664
2004	16,88	2.813	1.535	703
2005	17,88	2.980	1.625	745
2006	18,94	3.156	1.722	789
2007	20,06	3.343	1.824	836
2008	21,25	3.541	1.932	885
2009	22,50	3.751	2.046	938
2010	23,84	3.973	2.167	993

Fuente: cálculos de los autores.

3. Efectos de la legislación sobre la minería informal/ilegal

El mercado de materiales de construcción en un centro de consumo tiene varias particularidades. La producción está determinada por la capacidad minera de la región y al ser un recurso natural, su capacidad es fija. Si las zonas aledañas al centro de consumo no pueden cubrir el mercado, los materiales de construcción deben ser traídos de zonas más lejanas, y como se vio en la sección anterior esto acarrea unos costos de transporte considerables.

En el caso colombiano, las limitaciones geográficas son exacerbadas por la legislación. Se exigen permisos mineros, ambientales y pago de regalías adicionales a los permisos e impuestos que pagan todos los sectores. Las zonas en las que se permite la extracción están acotadas, dejando zonas con potencial minero por fuera de las áreas explotables. Se imponen costos adicionales de restauración y control ambiental. Finalmente las anteriores res-

tricciones implican grandes costos de transacción por la necesidad de interactuar con múltiples instituciones del estado. Todo lo anterior repercute en importantes sobrecostos.

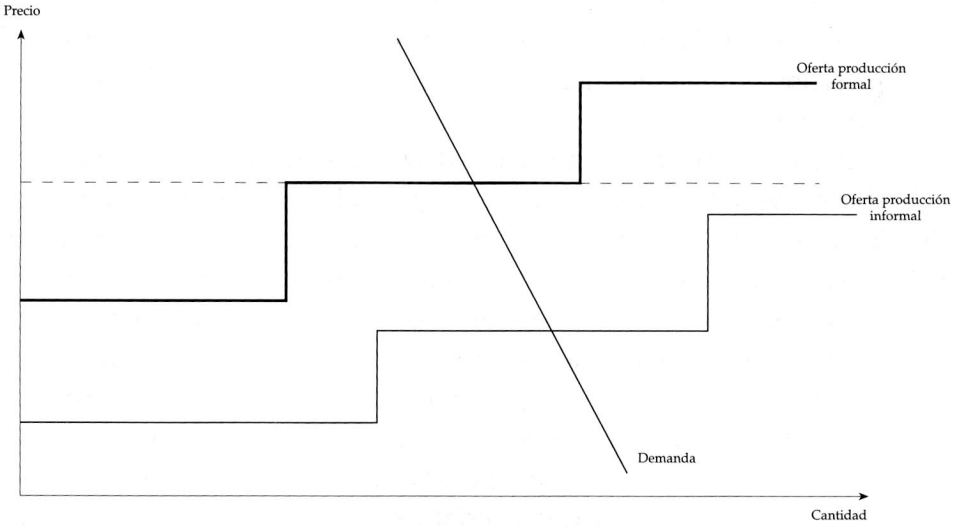
Los sobrecostos a que da lugar la legislación generan incentivos para que algunos productores decidan incumplirla en forma parcial o total. Este incumplimiento puede darse bajo distintas formas. Por ejemplo, la minería legal puede evadir parcialmente el pago de regalías y/o de IVA, en sus ventas a sectores informales. En el extremo, existe la extracción informal/ilegal que al no estar inscrita en los registros mineros y ambientales, consigue evitar los controles de las instituciones estatales, y los costos de restauración ambiental, y que puede beneficiarse potencialmente de explotar en zonas prohibidas, ubicándose cerca de los centros de consumo para ahorrar en costos de transporte. Estos beneficios sólo se ven contrarrestados por la capacidad de control y castigo del estado.

En la actualidad, el estado está limitado en su capacidad de control de las canteras de materiales de la construcción. Los ingresos que reciben las alcaldías locales por concepto de regalías son mínimos, por lo que las autoridades no tienen incentivos, ni recursos, para hacer un seguimiento a las explotaciones. Si esto se conjuga con la inexistencia de mecanismos de expropiación de las minas ilegales, de mecanismos jurídicos que permitan cobrar el pasivo ambiental que dejan estas explotaciones, y de herramientas para subsanar los daños ambientales, el control del estado se vuelve casi inexistente para las explotaciones medianas y pequeñas (ver Gráfico 23).

El consumidor también enfrenta una disyuntiva. Puede acceder a producto proveniente de la economía informal a un menor precio o cumplir con la legislación. Entre más amplia sea la brecha entre los dos mercados, un mayor número de consumidores va a buscar el producto informal. No obstante, esta decisión no es la misma para todos los consumidores y existe una relación importante entre calidad del producto e ilegalidad. Los grandes productores con tecnologías más modernas tienden a cumplir con la legislación, mientras que los productores más pequeños que tienden a usar procesos más artesanales, son menos visibles para las autoridades, y tienen mayores incentivos para incumplir las normas.

En general, el estado tiene una mayor capacidad de control para exigir la compra de materiales de construcción legales en la realización de obras

Gráfico 23. Mercado materiales de construcción



Nota: El Gráfico ilustra de una manera esquemática lo que ocurre en el mercado. La curva de oferta está quebrada representando los mayores costos por extraer materiales de construcción de zonas más lejanas. Cuando la producción no cumple con las disposiciones legales, los productores se ahorran una serie de costos y los materiales se pueden ofrecer a un menor precio. En la imagen se puede observar que algunas regiones lejanas que no podrían competir con la producción local si cumplieran con la legislación, se vuelven competitivas al pertenecer a la economía informal. También se observa cómo la informalidad da lugar a una oferta total más amplia.

públicas y en las obras privadas de mayor tamaño. Esto implica que la producción ilegal solo pueda atender una porción del mercado. Los diferentes mercados y consumidores permiten que coexistan el mercado informal y el formal y que, a pesar de las diferencias en precios, el segundo no tienda a desaparecer. Para efectos de esta discusión, los consumidores podrían dividirse en tres grupos. Uno de compradores que sólo adquieren producto de origen formal, otros que siempre compran el producto informal más barato, y una porción del mercado que oscila entre el producto formal e informal dependiendo de los diferenciales en precios.

La resolución 1197 de 2004 implica una reducción del área potencial de explotación legal. Si las zonas de explotación legal cercanas a la ciudad no alcanzan a cubrir la demanda, algunos materiales de construcción tendrán que traerse de canteras más lejanas y el precio del mercado subirá. Esto aumenta los márgenes de la minería de la ciudad o sus zonas aledañas. Los

mayores márgenes pueden aumentar el número de explotaciones ilegales alrededor de las ciudad, lo que a su vez incrementaría el daño ambiental y la participación de la informalidad dentro de la industria (ver Gráfico 24). La legislación ambiental puede entonces potencialmente tener un efecto contrario al esperado.

Los efectos adversos de la normatividad ambiental pueden minimizarse sólo si se reducen los márgenes entre el agregado proveniente de una producción formal y el agregado proveniente de la producción informal. Estos márgenes se reducen disminuyendo los requerimientos legales (IVA, costos de transporte, regalías, costos de licencias y de transacción) o aumentando la capacidad real de vigilancia y control de las autoridades (ver Gráfico 25).

Una forma de reducir los márgenes entre la minería formal e informal es limitar el acceso al mercado del producto informal. Esto ya se intentó en el pasado cercano, a través de la obligatoriedad en el uso del directorio de proveedores para la compra de materiales de construcción en obras públicas, y probó ser una herramienta efectiva para controlar la venta de materiales de construcción proveniente de explotaciones informales. Se trata, sin embargo, de una solución parcial del problema. Una estrategia comple-

Gráfico 24. Mercado de materiales de construcción después de resolución 1197

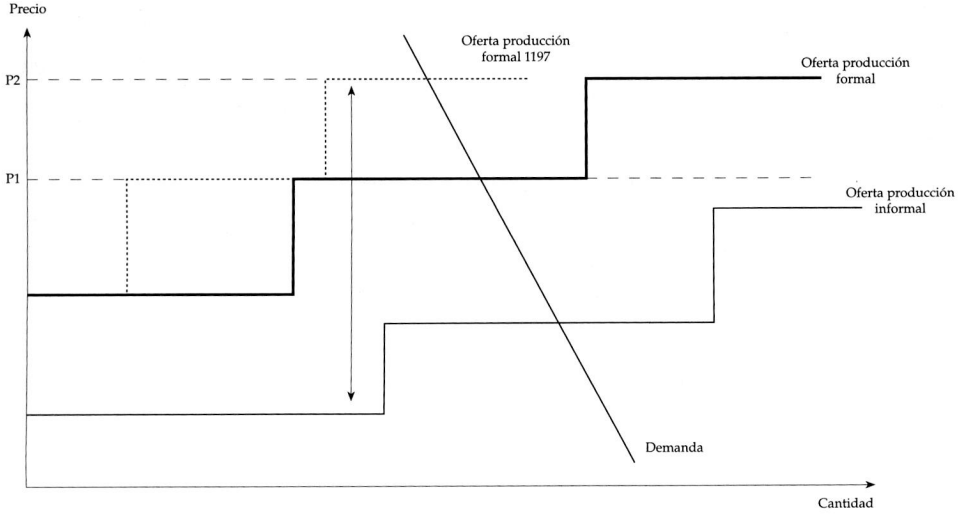
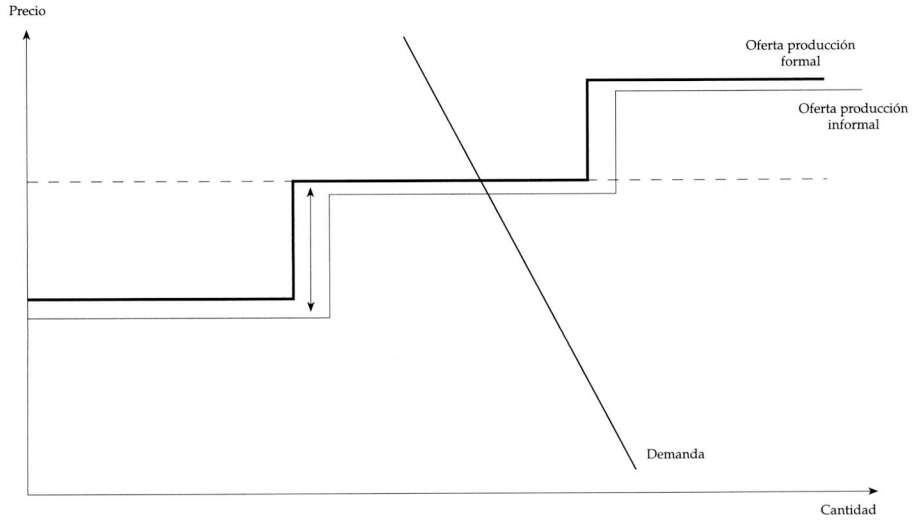


Gráfico 25. Efecto en el mercado de reducción de requerimientos legales o aumento de capacidad de control



mentaria es dotar a los municipios con herramientas reales para sancionar a la minería ilegal. Entre estas herramientas puede crearse la figura de entregar las minas ilegales en concesión temporal a mineros legales, con el compromiso de que estos hagan una explotación adecuada de los terrenos para reducir el pasivo ambiental y readecuarlos para otros usos. En el pasado, los intentos por recuperar la propiedad de los terrenos ilegalmente explotados le ha representado al estado una carga adicional, al no contar este con las herramientas para readecuar los terrenos explotados en forma indebida.

Finalmente, y sólo después de implementar las herramientas anteriores, se debe ajustar el sistema fiscal que afecta al sector, de modo que represente mayores beneficios económicos para los gobiernos locales, que son quienes están en mejores condiciones de detectar las explotaciones ilegales. El aumento del ingreso del gobierno local, por metro cúbico explotado, puede no sólo mejorar los incentivos para el control gubernamental, sino también generar el incentivo, para las autoridades locales, de facilitar la actividad minera. Reiterando lo dicho, es pertinente señalar que el ajuste fiscal sólo tiene sentido si se hace en combinación con el fortalecimiento de las herramientas de control, ya que si se da en su ausencia, se aumentan los costos de la minería legal y se incentiva aun más la explotación informal.

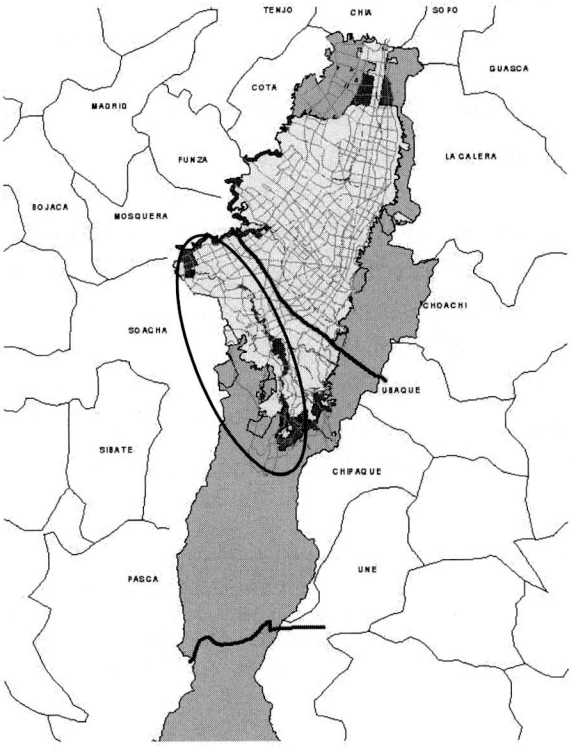
CAPÍTULO CINCO

Situación del río Tunjuelo y sus impicaciones

1. Generalidades de la zona

La cuenca del Río Tunjuelo está ubicada en el sur de la ciudad de Bogotá y está conformada por tres áreas principales: cuenca alta (desde la laguna de los Tunjos hasta el embalse la Regadera), cuenca media (desde el embalse la Regadera hasta la zona de explotación minera) y cuenca baja (desde zona de canteras hasta la desembocadura en el río Bogotá) (ver Mapa 4).

Mapa 4. Cuenca del río Tunjuelo



Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá.

El crecimiento urbano acelerado de la ciudad se ha visto reflejado en el gran número de barrios, algunos de ellos subnormales, que se encuentran actualmente en la zona de la cuenca del Tunjuelo. Se estima un asentamiento de aproximadamente 2,5 millones de personas en toda la cuenca, pertenecientes a las localidades de Tunjuelito, Usme, Ciudad Bolívar, Bosa y Sumapaz. El 95% de esta población es de ingresos bajos.

En las zonas baja y media de la cuenca se encuentran las explotaciones mineras. Las empresas que actualmente desarrollan la actividad minera en la zona del Tunjuelo son Holcim Colombia S.A., Cemex Colombia S.A. y la Fundación San Antonio. Esta última subcontrata la explotación[39].

2. El problema

A lo largo de los años ha sido común que la cuenca del Río Tunjuelo, particularmente a la altura de la quebrada Chiguaza, presente inundaciones en los barrios aledaños en época de invierno[40]. En 2002 las lluvias se intensificaron y provocaron una inundación del río más pronunciada que lo habitual. En mayo de ese año, el río Tunjuelo remansó la quebrada La Chiguaza y causó su desbordamiento, ocasionando la inundación del Barrio Tunjuelito (sector el Hoyo). Ante la amenaza inminente que se cernía sobre los barrios aledaños, el Distrito resolvió romper el jarillón de protección de la cantera de Pozo Azul (Batallón de artillería del Ejército) de tal manera que ésta sirviera como reservorio de los excesos de caudal. Si bien esta medida cumplió su cometido de resguardar los barrios vecinos, provocó daños en el cauce del río e inundó también la cantera Santa María (Cemex). Posteriormente, en junio del mismo año, se rompió otro jarillón debido al debilitamiento del terreno, lo cual originó la pérdida del cauce del río inundando las canteras

---

[39] Holcim adquirió su licencia de explotación en 1979. Su Registro Minero es de 1994. Cemex heredó las explotaciones de Cementos Samper iniciadas cerca de 1935 y tiene una licencia de exploración de 1972. Su Registro Minero es de 1992. La Fundación San Antonio tiene Registro Minero de Cantera de 1993. En todos los casos los permisos de operación tienen vigencia hasta el agotamiento del recurso.

[40] El Río Tunjuelo es un río de alta montaña. Durante la mayor parte del año su caudal es pequeño, mientras que en las épocas de invierno recoge grandes cantidades de agua que bajan con gran energía y su caudal crece de forma considerable.

de Carlos Madrid (Fundación San Antonio), Santa Inés (Cemex), Conagre y Sánchez y González (Fundación San Antonio). Estas inundaciones se suponían de carácter temporal y las empresas esperaban la participación activa del Distrito para reactivar en corto tiempo la actividad minera de las canteras inundadas (ver Mapa 5).

Mapa 5. Situación área afectada por las inundaciones



Fuente: EAAB-ESP.

Se estima que, en conjunto, en las canteras se almacenaron alrededor de 28 millones de metros cúbicos de agua. Estas inundaciones no sólo afectaron la actividad minera de las empresas, que llevan tres años costeando la extracción de agua de las canteras, sin lograr aún habilitarlas en su totalidad, sino también la estabilidad de la Avenida Caracas.

A raíz de estas inundaciones se estancó el proceso de unificación de la visión de las empresas y el Distrito sobre los proyectos para controlar las crecientes del río. Si bien es cierto que las empresas y el Distrito habían logrado concertar algunas ideas para el tratamiento del problema, como era el caso del proyecto de Cantarrana, las inundaciones frenaron este proceso.

2.1. Reacciones en el corto plazo

Ante los inminentes riesgos provocados por las inundaciones, el Distrito adelantó algunas acciones de estabilización, entre las que se encontraban el dragado y recuperación de un canal de desvío para el río; la reconstrucción, refuerzo y realce del jarillón de protección roto en la cantera Pozo Azul; el dragado del cauce del río después de las canteras inundadas; la estabilización del cauce del río a la entrada de la cantera de Ingeniesa; y la estabilización de los taludes que afectaban la Avenida Caracas.

A partir de julio de 2002, el Alcalde de Bogotá conformó un Comité Técnico integrado por el DAMA, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), la Dirección para la Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), la Secretaría Distrital de Salud, las Empresas Mineras y un grupo de expertos asesores, para el manejo y atención de la emergencia originada por las inundaciones. El DAMA, a partir del Decreto Distrital 126 de 2003, fue el ente encargado de coordinar las actividades que resultaran de este comité.

Dentro de las actividades que se adelantaron en el marco de este Decreto, se realizó un convenio para el bombeo de las aguas del río Tunjuelo depositadas en las canteras de explotación minera (convenio no. 052/03, suscrito entre el DAMA y las empresas mineras Cemex Colombia S.A, Cemex Concretos Colombia y Holcim). Las partes coincidían, además, en que los objetivos en el corto plazo consistían en manejar los riesgos (tanto para las avenidas como para los barrios aledaños) y reparar los daños causados por las inundaciones (drenar las canteras y darle atención preventiva de la población).

2.2. Acciones populares

La comunidad instauró una serie de acciones populares, por un lado argumentando que las inundaciones del mes de junio eran previsibles para el Distrito (No. 2002-1009) y por otro, alegando que la indebida explotación de la zona del río Tunjuelo fue la causa de las inundaciones (No. 2002-1477). Por su parte, la Acción Popular no. 2003-514 argumentó que la indebida utilización de la ronda del río Tunjuelo y la explotación incontrolada de can-

teras fue la causa de que, ante una crecida extraordinaria del río, se inundaran las canteras provocando inestabilidad de taludes, riesgo en los barrios vecinos y en avenidas del sector, así como epidemias y riesgos de salud. En ésta acción popular se solicitó el bombeo inmediato de las aguas y secado de las canteras.

La Alcaldía respondió a la comunidad con las disposiciones planteadas en el Decreto 316 de 2004. Con este Decreto se adoptaron instrumentos que buscaban la articulación institucional para lograr la definición de un Macroproyecto para la cuenca del río Tunjuelo de mediano y largo plazo, así como para la prevención y mitigación de riesgos en el corto plazo. De aquí se desprendió la creación de la Gerencia del Río Tunjuelo como ente encargado de articular las entidades distritales relacionadas con el tema.

Entre los demás objetivos de este macroproyecto, que está actualmente en proceso de conformación, se encuentran: i) buscar el mejoramiento de las condiciones sociales de los habitantes de la zona aledaña a la cuenca del Tunjuelo; ii) prevenir y atender los desastres de esta zona; iii) preservar y mantener la capacidad hídrica de la zona del Tunjuelo; iv) mejorar las condiciones para vivienda de la zona; v) aprovechar los recursos minerales con los que cuenta la cuenca del Tunjuelo[41]; vi) garantizar la estabilidad ambiental del Relleno Sanitario Doña Juana y, vii) desarrollar acciones para el manejo concertado de las soluciones a conflictos en la Cuenca.

3. Soluciones en el mediano y largo plazo

En el mediano plazo, las acciones a seguir con las que coincidían el Distrito y las empresas mineras, eran controlar las nuevas inundaciones; realizar la recuperación hidráulica en la cuenca; reactivar la minería en la zona; adecuar el plan de construcción de la presa de Cantarrana a la situación del Río después de las inundaciones; y reconformar los barrios aledaños que lo requirieran de acuerdo con los planes de emergencia vigentes.

---

[41] Dentro de este objetivo se establecieron acciones particulares tales como el bombeo del agua de las minas en conjunto entre el sector privado y el DPAE y la contratación de estudios que determinen las obras necesarias para recuperar el cauce del Tunjuelo.

Para el largo plazo se establecieron una serie de objetivos, basados en el POT y en la consolidación del Tunjuelo como parque minero-industrial. Dentro de estos objetivos se contempló la articulación de la minería con los usos definitivos de los suelos y recuperación de los mismos de acuerdo con las recomendaciones ambientales respectivas, así como la consolidación de los barrios aledaños dentro del esquema de adecuación de la zona.

3.1. Alternativas de solución en el sector de las canteras

Como parte de los objetivos de largo plazo se contrató un estudio realizado por la empresa Grucón, el cual expuso una serie de alternativas de recuperación del río Tunjuelo en las que se sugería su desviación temporal por distintos sectores[42].

a. Planteamiento inicial - avenida Boyacá

Luego de que los actores (empresas y Distrito) discutieron las diferentes alternativas, se determinó que la propuesta más apropiada era la que contemplaba una desviación del río paralela a la Avenida Boyacá. Esta alternativa consistía en mover el río de su cauce, de tal manera que fuera posible la explotación de la zona completa, incluyendo el machón, para posteriormente restaurar el terreno y adecuarlo según los requerimientos del Distrito. Según las partes implicadas, esta solución resolvería el problema sanitario de corto plazo, permitiría reanudar la minería aumentando su potencial y facilitaría las obras de estabilización y recuperación en la zona.

En esta propuesta se planteó que la industria financiara la construcción del canal para la desviación, cuyo costo se estimó entre 8 y 12 millones de dólares. Sin embargo, se determinó que los mayores costos de la obra estaban asociados a algunas acciones adicionales que debían llevarse a cabo, para poder construir el canal[43]. Entre estas acciones se encontraba la reubicación del barrio Villa Jacky, la construcción de puentes complementarios

---

42 Ver nota sobre experiencia en recuperación de canteras en otros países en el Anexo 7.

43 Fuente: entrevista con Cemex.

a la obra y el traslado de la planta de la Fundación San Antonio, cuyo costo se calculó en 4 millones de dólares. Estos costos adicionales a la construcción se calcularon en 20 millones de dólares[44]. La repartición de los costos entre las empresas que operan en la zona se estableció proporcionalmente, de acuerdo con los beneficios que se obtendrían por la explotación del machón.

Esta iniciativa se plasmó en un Decreto que se presentaría a finales de 2003, durante la administración del alcalde Mockus. Sin embargo, el Decreto no fue firmado y con el cambio de administración a inicios de 2004 se perdió la continuidad en las discusiones y fue necesario un nuevo abordaje para el tema.

b. Planteamiento alternativo - avenida Caracas

Posteriormente apareció sobre la mesa una propuesta alternativa a la que se plasmaba en el Decreto, que consistía en desviar el Río por la avenida Caracas[45]. Esta alternativa permitía reducir los costos adicionales a los asociados directamente con la construcción del canal, ya que por esta zona no sería necesario reubicar el barrio Villa Jacky[46]. Adicionalmente, según consideraciones técnicas, esta alternativa evitaría posteriores problemas en los barrios aledaños debido a que las inundaciones se daban principalmente por el taponamiento del cruce de la quebrada Chiguaza con la avenida Caracas.

Para definir cual de estas dos alternativas (avenida Boyacá versus avenida Caracas) era más apropiada, se dio un gran debate que no sólo consideró los costos directos de cada opción, sino también su conveniencia técnica e implicaciones. Las empresas que operan en la zona no coinciden en sus percepciones sobre la solución adecuada, y difieren a su vez de las consideraciones del Distrito.

Holcim y Cemex prefieren la alternativa de desviación del río por la avenida Caracas, y consideran que la cantera ya explotada de La Fiscala podría servir como amortiguador de las crecientes. Adicionalmente, contemplan la

---

[44] Fuente: entrevista con Cemex.

[45] Hay diferencias entre las fuentes acerca del momento en el que surge esta solución alternativa.

[46] Fuente: Cemex.

reducción de costos derivada de no tener que trasladar el barrio Villa Jacky y creen que la presencia del río incrementaría la seguridad de la cárcel La Picota.

La Fundación San Antonio advierte que prefiere la alternativa de desvío del río por la avenida Boyacá, pues es la única alternativa de las discutidas que se fundamenta en un estudio de la zona. Asegura que el argumento sobre los costos y riesgos que implicaría el traslado del barrio Villa Jacky no es válido, ya que se trata de un barrio no arraigado y que consta, en su mayoría, de lotes y no de casas. Por el contrario resalta que la alternativa de la Caracas implicaría el traslado de un conjunto de edificios, además de la interrupción de la troncal del Transmilenio para la realización de las obras.

La Fundación San Antonio calcula que perdería 2 millones de m^3 de reservas si se escoge la alternativa de desvío por la avenida Caracas, mientras que sólo perdería 400 mil m^3 si el desvío se realiza por la avenida Boyacá. Este es el único de los agentes involucrados que ha manifestado explícitamente su preferencia por una de las soluciones propuestas haciendo referencia al impacto sobre las reservas de sus minas.

Aunque no es claro cuáles son los beneficios que obtendrían las empresas bajo cada una de las alternativas de desvío, en cualquier caso las tres se verían beneficiadas con el desvío del río. Las reservas potenciales de Cemex, sin mover el río, están entre 10 y 12 millones de m^3. Si se desplaza el río permitiendo la extracción de material del machón, sus reservas se incrementarían en 4 millones de m^3. El desvío del río en el caso de Holcim resulta aún más conveniente, ya que incrementaría sus reservas de 3 millones de m^3 aproximadamente, a 10 millones de m^3. La Fundación San Antonio tiene reservas aproximadas de 9 millones de m^3 y al desplazar el río tendría 6 millones de m^3 adicionales.

c. Reconstrucción de la cuenca

Como base para elegir la opción más apropiada de tratamiento del río, el Distrito contrató recientemente un estudio geológico de la zona, que se encuentra en proceso[47]. De acuerdo con la información suministrada por ASO-

[47] Se trata de un estudio que viene realizando HMV-Ingenieros para la Empresa de Acueducto de Bogotá.

GRAVAS, que tuvo acceso a resultados preliminares del mismo, este estudio considera la reconstrucción del cauce original del río como la solución más conveniente. Para establecer la superioridad de esta solución, este estudio seguramente entregará un cálculo de costos y beneficios que permita comparar las soluciones alternativas.

3.2. Posiciones

A pesar de las diferencias entre las empresas mineras, existen algunos puntos en los que han mantenido cohesión, apartándose de las consideraciones del Distrito. El Distrito considera que la ocupación del valle aluvial por parte de las empresas ha complicado el problema de las inundaciones, mientras que las empresas piensan que el problema radica en que el Distrito no conservó de manera apropiada la cuenca alta del Río, propiciando los problemas que lo llevaron a romper el jarillón. Esto tiene repercusiones en cuanto a la percepción de responsabilidad en la inundación. Mientras que el Distrito asegura que la minería es la responsable de las inundaciones de los barrios, los mineros culpan al Distrito por las inundaciones de sus canteras. A pesar de estas diferencias se están buscando formas de concertación.

Por su parte, la posición de la comunidad frente al problema del río Tunjuelo se encuentra dividida. Como lo manifiestan las acciones populares interpuestas mencionadas anteriormente, hay quienes consideran que el Distrito pudo haber evitado las inundaciones, pues no se trataba de un problema nuevo. Por otra parte, otro segmento de la comunidad asegura que la extracción desmedida de materiales y la intervención a la ronda del río por parte de las empresas ha incrementado el riesgo de inundaciones. Adicionalmente, la audiencia pública sobre el río Tunjuelo, realizada a principios de 2005, evidencia una gran preocupación de la comunidad por viabilidad técnica de la construcción de la presa de Cantarrana.

3.3. Demandas

Las empresas que operan en la zona del Tunjuelo, de manera individual, interpusieron demandas contra el Distrito por los daños que ocasionó el desbordamiento del río en las canteras. Estas demandas se interpusieron

debido a la cercanía a la fecha de término jurídico para interponer demandas, sin que se hubieran alcanzado acuerdos definitivos entre las empresas y el Distrito. Estas demandas exigen que el Distrito entregue una compensación monetaria a las empresas por los ingresos que han dejado de percibir, debido a la inundación de las canteras.

Desde el punto de vista del Distrito, estas demandas se han convertido en un obstáculo para avanzar en las negociaciones y para llegar eventualmente a un acuerdo de solución. Las empresas argumentan que interpusieron las demandas sin animo de confrontación, y que están dispuestas a interrumpirlas, si se lograran los acuerdos.

4. Implicaciones para el mercado de materiales de construcción y para la economía de la región

4.1. Reservas

a. Cifras oficiales

Con el fin de dimensionar la importancia de las explotaciones ubicadas en el Tunjuelo para el mercado de materiales de la construcción de Bogotá, en esta sección se presenta un cálculo de las reservas en la Sabana de Bogotá (en las zonas compatibles con la minería), con y sin la minería del Tunjuelo. Este ejercicio utiliza las cifras oficiales (fuente Ingeominas). Esta información oficial no coincide con exactitud con las reservas potenciales que calculan las empresas que operan en la zona.

De acuerdo con lo consignado en los títulos mineros, en la Sabana de Bogotá hay aproximadamente 105 millones de metros cúbicos de reservas probadas de materiales de construcción, en zonas compatibles con la minería según la resolución 1197 de 2004[48]. Si las reservas de Bogotá se reducen en 27 millones de metros cúbicos equivalente a las reservas ubicadas en la zona del Tunjuelo, las reservas de la Sabana de Bogotá se verían disminuidas en

[48] La información disponible a través de Ingeominas se confrontó, en los casos en que esto fue posible, con la información suministrada a través de la encuesta realizada por ASOGRAVAS, con la asesoría de Fedesarrollo. En algunos casos, la información reportada no coincide, ni con respecto al volumen de reservas del título, ni acerca de la ubicación del título en zona compatible con la minería.

26% y las reservas de la región en 13% (ver Cuadro 51). Estas reservas equivalen aproximadamente a 1 año de consumo de la región.

Cuando se tienen en cuenta consideraciones de calidad, el peso del Tunjuelo incrementa. El Tunjuelo representa el 54% de las reservas de materiales aptos para la mezcla asfáltica y para el concreto en zonas compatibles con la minería. Si estas reservas no fueran explotables, la duración de las reservas de la región se acortaría en 3 años.

Cuadro 51. Reservas de títulos en zonas compatibles

Variable	Sabana de Bogotá			Total región		
	1197	1197 sin Tunjuelo	Pérdida adicional	1197	1197 sin Tunjuelo	Pérdida adicional
Reservas en miles m^3	104.866	77.574	26%	204.022	176.730	13%

Fuente Ingeominas, Sistema de áreas en línea (SIAL), junio de 2005 y cálculos de los autores.

b. Cálculos de la industria

Como se ha dicho, adicional a la información oficial sobre reservas probadas que manejan las autoridades, las empresas que operan en la zona del Tunjuelo tienen cálculos sobre sus reservas actuales y sobre el incremento que significaría la posibilidad de explotar el machote del río, de resolverse su desvío.

Los cálculos de las empresas son un poco más bajos que los oficiales. Según información obtenida a través de entrevistas, las reservas totales de la zona del Tunjuelo son de aproximadamente 23 millones de metros cúbicos (3 de Holcim, entre 10 y 12 de Cemex y 9 de la Fundación San Antonio). Se estima que estas reservas alcanzan para entre 8 y 10 años en condiciones de producción similares a las actuales.

Si se decidiera mover el río de su trayecto actual hacia alguna de las avenidas y se permitiera explotar su cuenca, las reservas totales se incrementarían en 22 millones de metros cúbicos aproximadamente (7 de Holcim, 4 de Cemex y 6 de la Fundación San Antonio), lo que, de acuerdo con los cálculos de las empresas, implica un incremento del 100% en las reservas de materiales de construcción de la zona (un aumento en la duración de las reservas de la región de más de 2 años).

4.2. Producción

a. UPME (2002)

El estudio UPME (2002) identifica la producción de las minas del Tunjuelo entre 1998 y 2001 (ver Cuadro 52). Según esta información, el Tunjuelo produjo alrededor de 1,5 millones de metros cúbicos de materiales de construcción en 2000. Esto es casi cuatro veces la cifra que se obtiene utilizando las cifras oficiales que maneja Ingeominas y que se presenta a continuación.

Cuadro 52. Volumen de producción de zona minera del Tunjuelo (miles de m³)

Título	1998	1999	2000	2001
Ingeniesa	1.060	549	485	352
Fundación San Antonio	199	240	233	n.d.
Cemex (RMC 056)	425	97	138	54
Cemex (Licencia 4285)	n.d.	n.d.	641	639
Total	1.684	886	1.497	1.045

Fuente: UPME (2002).

b. Cifras oficiales - Ingeominas/Proeza

De acuerdo con las cifras oficiales, la oferta potencial de materiales de construcción de la Sabana de Bogotá para 2005 está entre 2,1 y 5,9 millones de metros cúbicos antes de la resolución 1197 de 2004 y entre 0,9 y 1,7 millones de metros cúbicos una vez se tiene en cuenta está resolución. La producción de la zona del Tunjuelo dentro de la producción de la Sabana representa entre el 7% y el 17% antes de la resolución y entre el 23% y el 39% en la actualidad (ver Cuadro 53).

Si, como en el caso de las reservas, se tiene en cuenta que la calidad de materiales de construcción en la región no es homogénea y sólo se consideran los seis municipios, además de Bogotá, con materiales aptos para mortero y mezcla asfáltica, limitar la producción de materiales de la zona del Tunjuelo tiene graves implicaciones para la región. Sin la producción del

Cuadro 53. Producción anual de materiales de construcción en la zona del Tunjuelo

Variable	Sabana de Bogotá			Total región		
	1197	1197 sin Tunjuelo	Pérdida adicional	1197	1197 sin Tunjuelo	Pérdida adicional
Producción en miles de m^3 Minas sin datos Prod. = 0	923	560	39%	1.373	1.011	26%
Producción en miles de m^3 Minas sin datos Prod. = media	1.749	1.352	23%	12.019	11.623	3%

Fuente Ingeominas, Proeza (2002) y cálculos de los autores.

Tunjuelo, la oferta anual se reduce entre el 64% y el 69% dependiendo del escenario (16% al 44% antes de la expedición de la resolución 1197). Si la producción real en esta zona es mayor, como señalan las cifras de UPME (2002) el peso en la producción de la minería es la zona del Tunjuelo se incrementa aun más. Si esto genera la necesidad de abastecerse de materiales provenientes de municipios productores en departamentos cercanos (Meta y Tolima, principalmente), como se mostró en el capítulo anterior, causaría un incremento importante en los costos de los materiales de construcción.

CAPÍTULO SEIS

Resumen ejecutivo y conclusiones

Los materiales de construcción constituyen un insumo fundamental para la construcción, y la construcción es una de las principales fuentes de crecimiento económico. Por sus efectos ambientales, sin embargo, la extracción de materiales de construcción, es una actividad que puede generar rechazo, mas aun cuando existe el precedente de explotaciones ilegales con efectos ambientales muy negativos. Los Planes de Ordenamiento Territorial municipales, al igual que la legislación ambiental, han limitado en forma considerable las áreas en que se puede desarrollar esta actividad, obligando a que las explotaciones se vayan alejando de los centros de consumo.

En la Sabana de Bogotá las limitaciones son mayores, por ser zona de interés ecológico nacional. La normatividad define de manera explícita las áreas compatibles con la minería. La resolución 1197 de 2004 del MAVDT es el intento más reciente por definir estas zonas, remplazando determinaciones anteriores que probaron ser desafortunadas. Por los efectos considerables que este tipo de normatividad puede tener sobre el sector, en este trabajo se busca cuantificar su impacto. También se contribuye a dimensionar la minería ubicada en la zona del Tunjuelo y los efectos de la inundación de las canteras por el desbordamiento del río del mismo nombre, ocurrido en mayo de 2002.

A continuación se presenta un resumen de los resultados principales que presenta el trabajo en los diferentes capítulos.

1. Revisión de la normatividad:

- Muchas instituciones intervienen en la supervisión de la minería con poca coordinación. Esto puede causar duplicidad de funciones y/o ausencia de una supervisión adecuada.

- La normatividad cambia permanentemente, y en particular la definición de las áreas en que se permite la explotación de materiales de construcción.

- La ley desconoce las disposiciones dictadas con anterioridad a la Ley 99 de 1993 cuando entran en contravía con la disposición ambiental.

- La difícil normatividad, la falta de mecanismos efectivos de control por parte de las autoridades, y las características del mercado de materiales de construcción, contribuyen a que exista una alta participación de actores informales.

2. Características del sector de materiales de la construcción:

- La información del sector está dispersa entre las autoridades del gobierno, es incompleta y, en general, no coincide con los cálculos de la industria. Para efectos de seguir adecuadamente lo que ocurre en este mercado y de diseñar adecuadamente las políticas que afectan al sector, es vital contar con mejores datos. Las autoridades deben realizar un esfuerzo centralizado y sistemático de levantamiento de información.

- El alto grado de informalidad con que opera este sector añade problemas al manejo de la información disponible.

- Este estudio se apoya en la información de todas las fuentes disponibles y propone ejercicios basados en el menor número posible de supuestos para aproximarse correctamente a las cifras.

3. Características del mercado a nivel nacional

- Existen 1201 títulos mineros vivos para la extracción de materiales de construcción en todo el país. El consumo anual oscila entre 32,5 millones y 57,2 millones de metros cúbicos ente 1994 y 2001, y el valor de la producción de materiales de construcción oscila entre 700 mil millones y 900 mil millones anuales (pesos de 2003) que representa entre el 0,20% y el 0,27% de la producción bruta total en el mismo período. El empleo generado por el sector se ubica entre 22 mil y 34 mil puestos de trabajo en el escenario más plausible y el aporte fiscal es en promedio 13 mil millones de pesos de 2004 (pago de regalías, IVA e impuesto de renta 1998-2003).

- Los materiales de construcción representan en promedio el 7,8% del gasto total en construcción de vías y edificios y el 5% del gasto total en todas las obras de ingeniería. En el 2001 la primera alcanzó el 11%. Esto implica que un aumento de 10% en los precios de los materiales de construcción aumenta el costo total de la construcción entre 0,5% y 0,8% en promedio y en el extremo en un 1.1%.

- Entre 1994 y 2001 el sector de obras civiles experimentó una recomposición importante entre la construcción de edificios y la de vías y otras obras de ingeniería. Esto aumentó el valor por la demanda por materiales de construcción a pesar de que, hasta 2000, los precios de los materiales de construcción aumentaron a un ritmo menor que el de los demás insumos de la construcción.

4. Características del mercado en Bogotá y Cundinamarca

- El valor de la producción anual del sector de extracción de materiales de la construcción oscila entre 206 mil millones y 229 mil millones (pesos de 2003) en el período 1994-2001. La participación en el PIB de la ciudad es en promedio 0,11% en el período 1994-2000, y el empleo generado oscila entre 1.529 y 9.695 puestos de trabajo en el escenario más plausible.

- Cundinamarca, en conjunto con el distrito capital, participa con el 25% de las minas de materiales de construcción en el país (de las 338 minas que hay en la región, 171 se ubican en la Sabana). El mayor número de minas se encuentra ubicado en Bogotá, Soacha y Tocancipá dentro de la Sabana y en Apulo, Caparrapí, Guaduas, Nilo, Ricaurte, Útica en el resto de Cundinamarca.

- La actividad minera ocupa 34.091 hectáreas, que generan una oferta de materiales de construcción que para la Sabana de Bogotá, según cálculos basados en cifras oficiales, en el escenario más optimista es 5,9 millones de metros cúbicos. En el mismo escenario la oferta conjunta de la Sabana y toda Cundinamarca es 16,2 millones de metros cúbicos. La oferta potencial de Meta y Tolima es en conjunto 1,9 millones de materiales de

construcción en el escenario más optimista, pero la información del Ministerio de Transporte no revela un gran flujo de materiales de construcción de estos departamentos hacia la capital.

- Al diferenciar por tipo de materiales, se encuentra que la capital y los 7 municipios que ofrecen la gran mayoría de los materiales de construcción para concreto y mortero (identificados por ASOGRAVAS, Carmen de Carupa, Cogua, Chocontá, El Rosal, Guasca, Subachoque y Tabio) producen 3,3 millones de metros cúbicos de materiales de construcción al año. La demanda de materiales de construcción para concreto y mortero en el escenario más plausible es, en promedio, 5,2 millones de metros cúbicos anuales entre 1996 y 2004. La diferencia entre las cifras tiene varias posibles explicaciones. Por una parte, puede indicar error en las cifras oficiales. Por otra, puede estar señalando la presencia de producción informal. Finalmente, es posible que la demanda de materiales para concreto y mortero esté siendo atendida por municipios distintos a los considerados en este ejercicio.

- La demanda anual de materiales de construcción para mezcla asfáltica, en el escenario más optimista es, en promedio, de 0,3 millones de metros cúbicos entre 1998 y 2004.

- La demanda anual por bases y sub-bases es del orden de 4.3 millones de metros cúbicos en promedio para el período 1996-2000.

- La demanda total anual de materiales de construcción es aproximadamente 10.3 millones de metros cúbicos, en promedio, durante el período 1994-2000. La demanda promedio calculada para el período 2001-2005 es 16.6 millones de metros cúbicos.

- En 2006, las reservas de materiales de construcción de la Sabana de Bogotá serán de 172 millones de metros cúbicos, concentrados en Bogotá, Cogua, Chocontá, Guasca, La Calera, El Rosal-Subachoque, Soacha y Tabio. La región en su conjunto contará con 271 millones de metros cúbicos, 75 millones de los cuales están ubicados en Apulo. Estas reservas, sin di-

ferenciar por tipo de material, se agotarían a mediados de 2016. Si se consumen primero los agregados de la Sabana, estos se agotarían a mediados de 2013 si se cumplen las proyecciones de demanda.

- Los precios base para la liquidación de regalías de los materiales de construcción en boca de mina (*in situ*) oscilaron en 2005 entre $9.479 (gravas de cantera) y $2.064 pesos (recebo) por metro cúbico. En 2005 el precio en planta en la región, de los materiales de construcción ya beneficiados, ha estado entre $22.000 y $45.000 pesos por metro cúbico, con un promedio superior a los $30.000 pesos.

- Los precios tanto de gravas como de arenas han crecido a un ritmo mayor en Bogotá que en el resto del país en los últimos años. Los precios de las gravas han aumentado porcentualmente más en el tiempo que los precios de las arenas.

- Las regalías, calculadas de manera indirecta, en el escenario de mayor producción, no superan los 908 millones (pesos de 2005) en 2005, y el promedio anual de los ingresos por regalías en el período 2006-2010 que podría obtener la región, bajo el escenario más optimista, es en promedio de 1194 millones (pesos de 2005). Estos ingresos, que corresponden al ingreso total potencial de la región, son bajos en relación con los costos que representa su recaudo para cada gobierno local. Si se toma la producción de Bogotá, en el escenario de mayor producción potencial y al precio base para liquidación de regalías más alto, en 2005 el recaudo de la ciudad alcanza sólo 167 millones de pesos y de este valor solo el 67% le corresponde al distrito de forma directa. Los datos de recaudo efectivo de la cuidad y la región no están disponibles de manera centralizada en ninguna de las entidades del gobierno.

- La actividad del sector en la región generó, entre 1999 y 2004, ingresos para el gobierno por concepto de impuestos cercanos a 2,164 millones (pesos de 2004) anuales en promedio, 39% de los cuales provienen del impuesto de renta y el 61% restante fueron causados por IVA.

5. Implicaciones de la resolución 1197 de 2004

- En área, las minas vivas en zonas compatibles con la minería, establecidas por la resolución 1197 de 2004, constituyen el 35% del área total explotable por minería legal, y en número de títulos representan el 51%. Al considerar sólo las minas ubicadas en zonas compatibles, las reservas se reducen en 67 millones de metros cúbicos, que representan el 39% de las reservas legales totales de la Sabana y el 25% de las reservas totales de la región. La oferta potencial anual de la Sabana se reduce entre 56% y 71%. La oferta potencial de la región se reduce entre 26% y 46% dependiendo del escenario.

- La resolución 1197 de 2004 reduce en 2 años y medio la duración de las reservas de la Sabana de Bogotá, y en 2 año la duración de las reservas en la región. Las reservas de la Sabana durarán hasta finales de 2010. Las reservas en la región podrían cubrir la demanda hasta mediados de 2014.

- En la medida en que se reducen las áreas legales de explotación en la Sabana, una mayor porción de los materiales tiene que ser traída de otros municipios ubicados a mayor distancia. Esto impone un sobre costo en el transporte de los materiales. Los costos por peaje son, en promedio, entre 3 y 4 veces mayores para los municipios por fuera de la Sabana. Cada kilómetro adicional de trayecto en una camión de 2 ejes con capacidad de 6 m^3 implica un costo de 499 pesos por metro cúbico para las minas ubicadas en la Sabana y de 574 pesos por metro cúbico para las minas ubicadas en el resto de Cundinamarca sin tener en cuenta el costo de peajes. En un tractocamión con capacidad de 24 m^3 estos costos son 237 pesos y 283 pesos respectivamente.

- En promedio, las minas de materiales de construcción ubicadas en la Sabana de Bogotá pagan en transporte casi una cuarta parte de lo que pagan las minas en Cundinamarca. Optimizando las opciones de transporte y sacando un promedio de los distintos municipios, el transporte a Bogotá cuesta 10.064 pesos por metro cúbico para los materiales de construcción provenientes de una mina en la sabana ubicada a 34 kilómetros

de la ciudad y 37,493 pesos por metro cúbico para una mina ubicada a 124 kilómetros en Cundinamarca.

- Para los materiales ubicados en otros departamentos, la distancia a Bogotá oscila entre 132km y 213km y los tiempos de trayecto de ida y vuelta varían ente 9,4 horas y 17,9 horas.

6. Efectos de la legislación sobre la minería informal/ilegal

- La normatividad representa sobrecostos para la industria que, ante la baja capacidad de control del estado, se convierten en un incentivo para la informalidad. La resolución 1197 de 2004 implica una reducción del área potencial de explotación legal que, al obligar a traer materiales de zonas más lejanas, da espacio para una mayor rentabilidad de la minería en la ciudad. Asimismo, esta resolución puede traducirse en el aumento del número de explotaciones ilegales alrededor de la ciudad, con grandes efectos ambientales.

- Para controlar la minería ilegal se necesita limitar el acceso al mercado a los informales. Esto se puede hacer a través del uso obligatorio del directorio de proveedores para la compra de materiales de construcción. También es necesario dotar a los municipios con herramientas efectivas de control y sanción, como la facultad de recuperar los terrenos ilegalmente explotados y entregarlos en concesión temporal a mineros legales, con el compromiso de que estos hagan una explotación adecuada de los terrenos para reducir el pasivo ambiental y readecuarlos para otros usos. Finalmente, y solo después de implementar las herramientas anteriores, se debe ajustar el sistema fiscal que afecta al sector de modo que represente mayores beneficios económicos para los gobiernos locales, que son los que están en mejores condiciones de detectar las explotaciones ilegales. El aumento del ingreso del gobierno local, por metro cúbico explotado, puede no sólo mejorar los incentivos para el control gubernamental, sino también generar el incentivo de facilitar la actividad minera.

7. Situación del río Tunjuelo y sus implicaciones

- De acuerdo con las cifras oficiales, los títulos en la zona del Tunjuelo tienen 27 millones de metros cúbicos de reservas de materiales de construcción. Estas representan el 26% de las reservas de la Sabana de Bogotá y el 13% de las reservas de la Región después de la expedición de la resolución 1197. Si se suspendiera la minería en el Tunjuelo, la duración de las reservas disminuiría entre un año y un año y medio dependiendo del escenario de demanda que se considere.

- Cuando se tienen en cuenta consideraciones de calidad, la zona del Tunjuelo representa el 54% de las reservas de materiales de construcción para concreto y mezcla asfáltica de la Sabana de Bogotá.

- Por producción, la zona del Tunjuelo representa entre el 23% y el 39% de la oferta total de materiales de construcción de la Sabana de Bogotá y entre el 3% y el 26% de la oferta de Cundinamarca, una vez entra en vigencia la resolución 1197 de 2004. En la producción anual de materiales para mezcla asfáltica y concreto, la participación del Tunjuelo es mayor, representando entre el 64% y el 69%.

- Los cálculos de reservas de las empresas difieren parcialmente de los estimativos oficiales. Sus estimaciones de reservas son de aproximadamente 23 millones de metros cúbicos (contabilizando solamente las explotaciones de Holcim, Cemex y la Fundación San Antonio). Si se decidiera mover el río de su trayecto actual hacia alguna de las avenidas y se permitiera explotar el machote, las reservas totales se incrementarían en 22 millones de metros cúbicos aproximadamente (según cálculos de las empresas). Esto equivale a entre 8 meses y un año de reservas.

- La oferta del Tunjuelo tiene un peso importante dentro de la producción de la región y en particular en la provisión de materiales de construcción para mezcla asfáltica y concreto. El costo que representaría no contar con la oferta de esta mina para atender el mercado de Bogotá, está dado por el costo adicional que representaría surtir el mercado de minas ubicadas por fuera de la ciudad y posiblemente en otros departamentos.

8. Anotaciones finales

El estudio señala la importancia de la minería de materiales de construcción en la construcción de obras civiles y el peso que tiene la minería de la Sabana en la oferta de estos materiales. La legislación ambiental al definir las zonas compatibles tiene un impacto importante sobre el sector que se puede reflejar en el mediano y largo plazo en desabastecimiento, precios más altos y finalmente en mayor informalidad. Es previsible que con el paso del tiempo estos efectos aumenten, se hagan más visibles y empiecen a generar presiones para un nuevo cambio en la legislación. Si esto se prevé, dado que es deseable tener estabilidad jurídica y mantener claridad en las reglas del juego, es conveniente generar, de una vez, un marco jurídico para el sector que sea viable en el largo plazo y que no condicione las reservas futuras de materiales.

Esto se logra definiendo zonas incompatibles con la minería (y no zonas compatibles) e imponiendo normas ambientales claras, y si es necesario, más estrictas. Es importante anotar que la legislación motiva la informalidad, por lo que es imprescindible mejorar las herramientas para controlar la explotación ilegal, que es la que tiene mayores efectos ambientales.

Desde el punto de vista de la política pública, otra alternativa que debe considerarse es la de tomar medidas para disminuir los costos de transporte. En algunos países el sistema férreo ha facilitado este propósito.

Finalmente es importante recalcar la importancia de poder contar con mejores cifras para el sector, en especial para la Sabana de Bogotá, que como es previsible por haber sido declarada por la legislación ambiental como zona de interés ecológico, va a estar sujeta a alta regulación. En particular, para poder hacer una adecuada medición de la necesidad futura de acudir a municipios por fuera de la Sabana, es necesario contar con una medida de las reservas no tituladas en las zonas compatibles.

BIBLIOGRAFÍA

Buitelaar, R. (comp) (2001), "Aglomeraciones mineras y desarrollo local en América Latina". México, Alfaomega.

Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), "Protocolo de Evaluación Ambiental Estratégica". www.unece.org/env/eia/sea_protocol.htm

_____Presentación (2004), "The Draft UNECE Protocol on Strategic Environmental Assessment (SEA): An Introduction". ASOGRAVAS.

Gobernación de Cundinamarca (2004), "Estudio técnico ambiental, económico y empresarial para la integración de áreas mineras de materiales de construcción en el municipio de Tocancipá, departamento de Cundinamarca".

Gobernación de Cundinamarca (2004), "Estudio técnico ambiental, económico y empresarial para la integración de áreas mineras de materiales de construcción en el municipio de Soacha, departamento de Cundinamarca".

Ingeominas – Gobernación de Cundinamarca (1997), "Programa de investigación sobre aprovechamiento de yacimientos, Fase I".

Ingeominas - Gobernación de Cundinamarca (1997), "Inventario Geológico Minero Ambiental, Fase I".

Ingeominas - Gobernación de Cundinamarca (1999), "Diagnóstico y asistencia técnica, explotación y fomento de la minería en el departamento - Inventario minero en el departamento de Cundinamarca, Fase II".

Instituto del Concreto (1997), "Colección básica del concreto - Tecnología y propiedades". Bogotá, ASOCRETO.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Presentación "EAE minería Sabana". ASOGRAVAS.

Proeza-ERS-UPME (2002), " Mecanismos para Dinamizar e Impulsar el Subsector de Materias Primas Minerales de Construcción en Colombia".

SENA (2003), "Caracterización ocupacional del sector minero".

UPME (2001), "Balance Minero Nacional 1990-2000"

UPME (2002), "La inundación de la zona minera del Tunjuelo y un posible desabastecimiento de materiales de construcción para concreto en Bogotá". Bogotá. Agosto.

UPME (2002b), "Estadísticas Minero Energéticas 1991-2002".

GLOSARIO

Esta clasificación corresponde a las definidas en el Glosario Técnico Minero establecido en el decreto 2191 de 2003.

Agregados pétreos: materiales de roca que debidamente fragmentados y clasificados, se emplean en la industria de la construcción para la parte estructural más comúnmente conocida como "obra negra"; hacen parte de este grupo gravas, arenas, triturados y agregados livianos del concreto.

Arcilla: la palabra arcilla se emplea para hacer referencia a rocas sedimentarias y, en general, a un material terroso de grano fino que se hace plástico al ser mezclado con una cantidad limitada de agua. Las arcillas son siempre de grano muy fino, el límite superior en el tamaño de los granos corresponde, por lo general, a un diámetro de 0,004 mm (menores de 4 micras). En mineralogía y petrografía se conocen como arcillolitas.

Arena (industria minera): agregado fino natural, que incluye tamaños de grano de 1/16 a 64 mm (arenas y guijos, según la clasificación geológica de sedimentos por tamaño de grano). Los agregados finos naturales se diferencian de los agregados finos fabricados en que el material fabricado es triturado y tamizado para obtener los tamaños requeridos, mientras que el material natural solamente tiene que ser tamizado. Las arenas son usadas como agregados, principalmente en la industria de la construcción, en la obtención de concretos, para el relleno de estructuras en obras civiles y edificaciones, la construcción de vías y otros.

Arena lavada y semilavada: las arenas lavadas son más gruesas que las arenas semilavadas. Estas últimas son agregados finos que se usan en procesos más pulidos (definición DANE).

Arenisca: Roca sedimentaria detrítica terrígena compuesta de mínimo un 85% de materiales tamaño arena, generalmente granos de cuarzo más o menos redondeados, con tamaños entre 0,0625 y 2 mm. Son rocas comunes, y se constituyen en componente esencial de numerosas series estratigráficas, en capas regulares o no, y también en lentejones. Estas rocas son de color blanco a gris claro o diversamente coloreadas, según la naturaleza del cemento, como rojo (óxidos de hierro), verde (glauconita) y otros. Las variedades se

distinguen por el tamaño del grano, la naturaleza del cemento o la presencia de elementos particulares. Minerales esenciales: cuarzo. Minerales accesorios: feldespato, micas. Cemento silíceo, de óxidos de hierro y de calcita. A veces contiene minerales pesados (como rutilo y otros). Textura: grano medio y redondeado; distribución homogénea y pocas veces contienen fósiles.

Banco aluvial: acumulación inestable de material de gravas, cantos o arenas en el lecho menor de un río y transportado por este como carga de fondo. Se forman dentro del cauce o en posición lateral y son generalmente de forma alargada. Los bancos pueden o no ser temporales y móviles, lo cual depende del régimen hídrico del río y de la carga de sedimentos y emergen en épocas de aguas bajas y medias.

Beneficio de los minerales: El beneficio de los minerales consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares, a que se somete el mineral extraído para su posterior utilización o transformación.

Bocamina: i) la entrada a una mina, generalmente un túnel horizontal; ii) Sitio en superficie por donde se accede a un yacimiento mineral.

Cantera: se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de él rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción.

Canteras de formación de aluvión: llamadas también canteras fluviales. Corresponden a las canteras situadas en las laderas de ríos, donde estos, como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas y aprovechan su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad para formar grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas(...).

Canteras de roca: más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias, ígneas o metamórficas (...) Las canteras de peña

están ubicadas en formaciones rocosas, montañas, con materiales de menor dureza, generalmente, que los materiales de ríos debido a que no sufren ningún proceso de clasificación; sus características físicas dependen de la historia geológica de la región y permiten producir agregados susceptibles para su utilización industrial; estas canteras se explotan mediante cortes o excavaciones en los depósitos.

Cauce: canal por donde normalmente discurren las aguas de un río. El cauce es continuamente modificado por el caudal, la velocidad, la pendiente, la carga de sedimentos y el nivel de base local del río.

Cauce mayor: espacio ocupado o que ha sido ocupado por las aguas altas de una corriente fluvial. Es inundable periódicamente o alcanzado únicamente por crecidas excepcionales. Incluye el cauce menor, los diques, las cubetas de inundación y los lechos de divagación. Es posible asimilarlo a la llanura de inundación ordinaria.

Cauce menor: canal ocupado por las aguas correspondientes a los mínimos caudales de estiaje. Se encuentra delimitado por las orillas e incluye los bancos aluviales activos cuyo material se desplaza durante las crecidas.

Conglomerado: roca sedimentaria compuesta por fragmentos redondeados de tamaño grava, comprendido entre 2 - 76 mm.

Costo ambiental: son los gastos necesarios para la protección, la conservación, el mejoramiento y la rehabilitación del medio ambiente. Es el valor económico que se les asigna a los efectos negativos de una actividad productiva para la sociedad.

Materiales de construcción: el Código de Minas califica, para todos los efectos legales, como materiales de construcción, productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También, para los mismos efectos son, materiales de construcción, los materiales de arrastre,

tales como arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales. Los materiales antes mencionados se denominan materiales de construcción, aunque, una vez explotados, no se destinen a esta industria.

Recebo: productos de explotación de una cantera. Es una mezcla de material areno-arcilloso que se utiliza tal y como sale de la explotación, es una tierra de buena calidad (no contiene materia orgánica) para ser utilizada en la construcción, se usa para afinado de pisos, para bases y sub-bases de vías, en relleno y mejoramiento de terrenos para construcción; este material se obtiene especialmente de las explotaciones de peña.

Triturados: productos de explotación de una cantera. Son los agregados más gruesos que se utilizan para la preparación de concreto reforzado y conformación de bases en la construcción de vías. Se dividen en tres clases: i) De primera: utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aproximado 2,5 cm. ii) De segunda: utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aproximado 5 cm. iii) De tercera: utilizados en la afirmación de pisos, diámetro aproximado 10 cm.

Anexo 1. Cuadro cronológico legislación relevante

	Normatividad minera		Normatividad ambiental		Otras	
Año	Norma	Acción	Norma	Acción	Norma	Acción
1977			Resolución 76	Se declararon dos reservas forestales nacionales: una protectora en el artículo 1° (Bosques Orientales de Bogotá) y otra protectora-productora en el artículo 2º (Cuenca alta del río Bogotá).		
1985	Decreto 0385	Definición de la pequeña, mediana y gran minería.				
1988	Decreto 2655	Sector de Materiales de la Construcción comienza a ser regulado.		En esta legislación el título minero llevaba implícito el permiso ambiental, es decir, no existía una licencia ambiental independiente.		
1991					Constitución, Artículo 334	El Estado intervendrá en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de la oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.
1991					Constitución, Artículo 360	Establecimiento del pago de regalías como contraprestación a la explotación minera en el país.
1992	Decreto 2119	Creación de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).				
1993			Ley 99	Creación del Ministerio del Medio Ambiente. Se establecen aspectos sobre la priorización de los recursos ambientales, su manejo, control y regulación.		
1994	Ley 143	Se complementó lo relacionado a la naturaleza jurídica, funciones, autonomía, funcionamiento, recursos presupuestales y régimen de personal de la UPME.				
1994	Ley 141	Creación Fonfo Nacional de Regalías				

Anexo 1. Cuadro cronológico legislación relevante *(Continuación)*

	Normatividad minera		Normatividad ambiental		Otras	
Año	Norma	Acción	Norma	Acción	Norma	Acción
1994			Resolución 222	Define zonas de uso minero dentro de la Sabana y prohibe el desarrollo de la actividad minera dentro de los perímetros urbanos incluyendo a Santa Fe de Bogotá.		
1994			Resolución 249	Aclarar artículo 6 de la resolución 222/94. Las actividades mineras que cuenten con los permisos y estén localizadas fuera de las zonas compatibles con la minería, deberán presentar, dentro de los seis (6) meses siguientes a la expedición de ésta, un plan de manejo y restauración amiental.		
1996			Resolución 1277	Por la cual se modifica la Resolución 222/94 y se excluyen de la regulación los beneficios y depósitos de minerales.		
1996					Sentencia C-534	Esta sentencia aclara disposiciones de la Constitución Política de 1991 y de la Ley 99 de 1993 en materia de la prevalencia de la protección y conservación del medio ambiente sobre derechos adquiridos previamente.dan al suelo y su tratamiento, así mismo orientar la inversión pública y privada con miras a mejorar la calidad de vida de los bogotanos, en los 10 años de vigencia del POT.
1997	CONPES 2898	Estrategias para el fortalecimiento del sector minero Colombiano.				
1997	Decreto 1683	Se fusionan la Unidad Administrativa Especial de Infromación Minero Energética (UIME) y la UPME.				
1997			Ley 388	Los aspectos relacionados con la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales son determinantes del Plan de Ordenamiento		
1999			Resolución 803	Por la cual se modifica la Resolución 1277-96.	Plan de Ordenamiento territorial (POT) - Decreto 619	Carta de navegación para reordenar el territorio de Bogotá, sus actividades, el uso que los ciudadanos le dan al suelo y su tratamiento, así mismo orientar la inversión pública y privada con miras a mejorar la calidad de vida de los Bogotanos, en los 10 años de vigencia del POT.
2000						

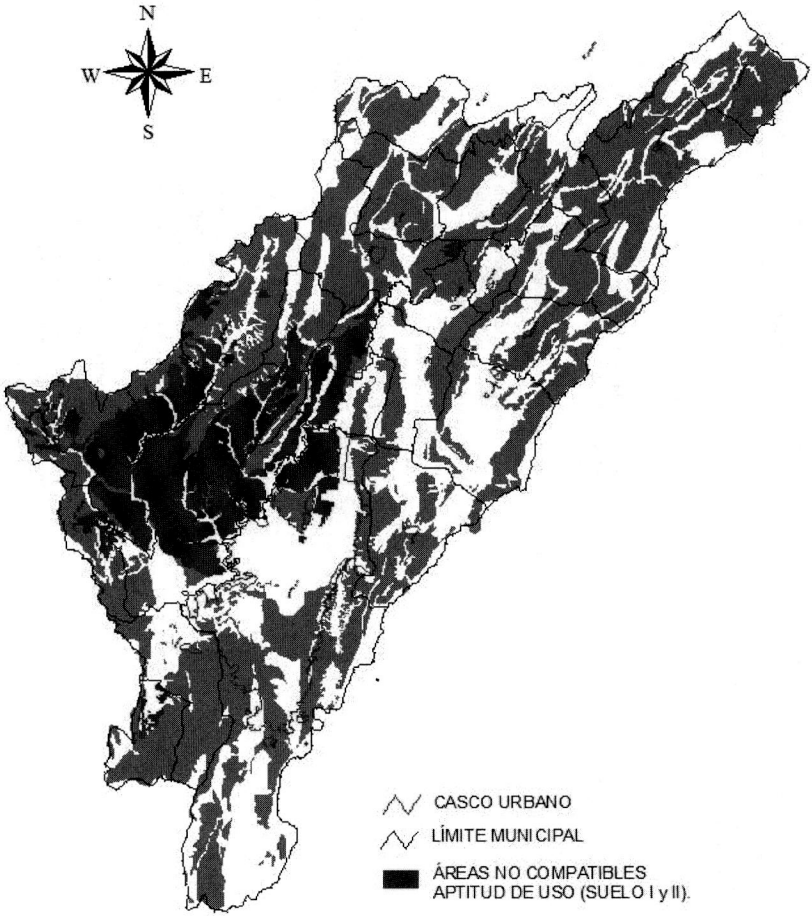
Anexo 1. Cuadro cronológico legislación relevante *(Continuación)*

	Normatividad minera		Normatividad ambiental		Otras	
Año	Norma	Acción	Norma	Acción	Norma	Acción
2001	Ley 685	Actualización del código minero. Busca captar más inversión extranjera.				
2002	Decreto 2390	Reglamenta articulo 165 de la ley 685 de 2001.				
2002			Resolución 0769	Donde se dictan disposiciones sobre protección, conservación y sostenibilidad de páramos.		
2003			Decreto 1180	Las actividades de explotación minera de materiales de construcción y otros minerales, requieren de la obtención previa de una licencia ambiental, la cual debe ser solicitada ante el Ministerio del Medio Ambiente o ante las corporaciones autónomas regionales dependiendo del volumen a extraer.		
2003					Plan de Ordenamiento territorial (POT) - 469	Última actualización de la carta de navegación para reordenar el territorio de Bogotá, sus actividades, el uso que los ciudadanos le dan al suelo y su tratamiento, así mismo orientar la inversión pública y privada con miras a mejorar la calidad de vida de los bogotanos, en los 10 años de vigencia del POT.
2004			Resolución 813	Redefinición y establecimiento de las zonas compatibles con la minería de materiales de construcción y se definen y establecen las zonas compatibles con la minería de arcillas en la Sabana de Bogotá.		
2004			Resolución 1197	Redefinición y establecimiento de las zonas compatibles con la minería de materiales de construcción y se definen y establecen las zonas compatibles con la minería de arcillas en la Sabana de Bogotá.		
2005			Decreto 1220	Se reglamenta el Título VIII de la Ley 99/93 sobre licencias ambientales.		

Anexo 2. Criterios ambientales para la determinación de zonas compatibles

Los siguientes fueron los criterios ambientales específicos que se implementaron[1] para establecer las zonas aptas para la minería:

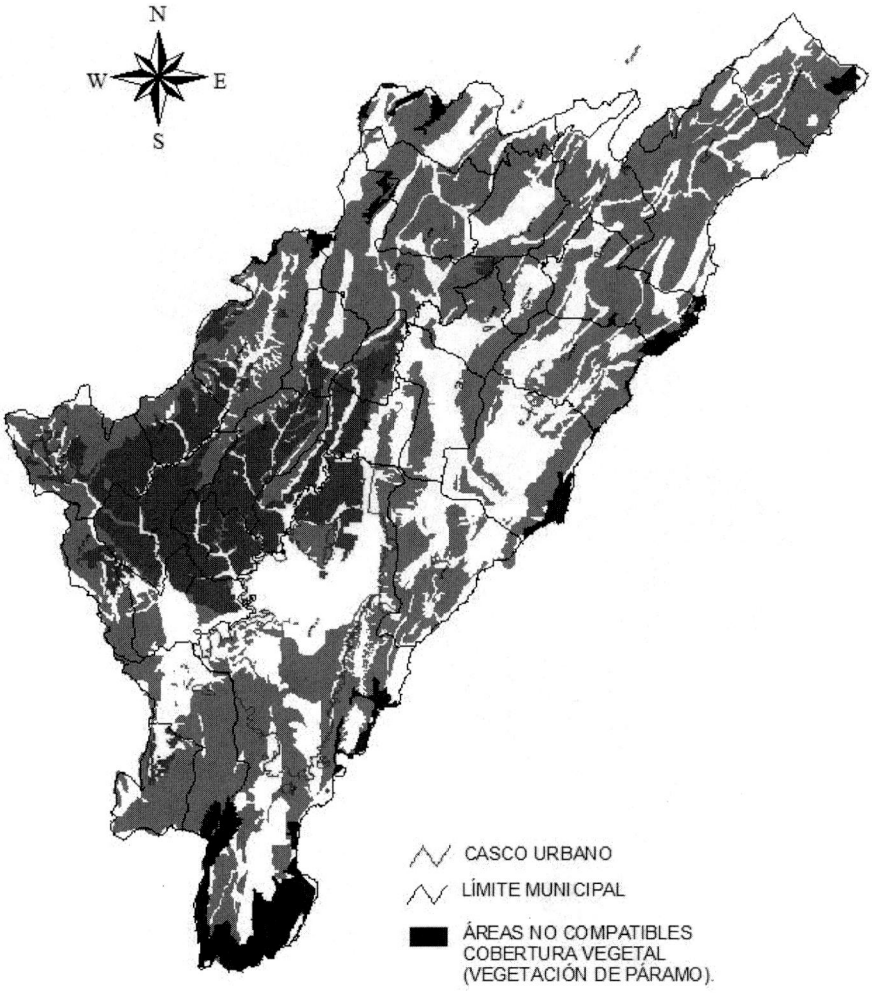
Aptitud de usos del suelo[2]



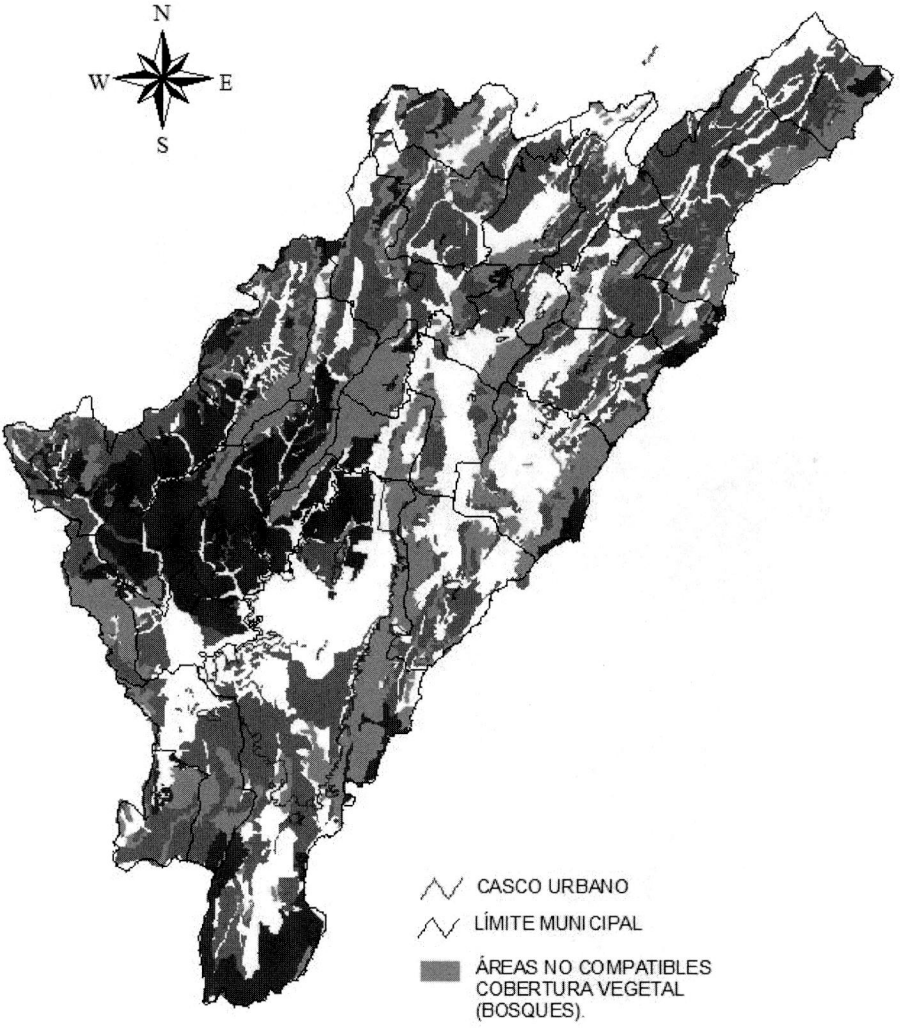
[1] Estos criterios fueron determinados por un estudio realizado por PRODEA (2000).

[2] Dentro de este concepto se considera si se trata de una zona de uso urbano para excluirla de la compatibilidad minera.

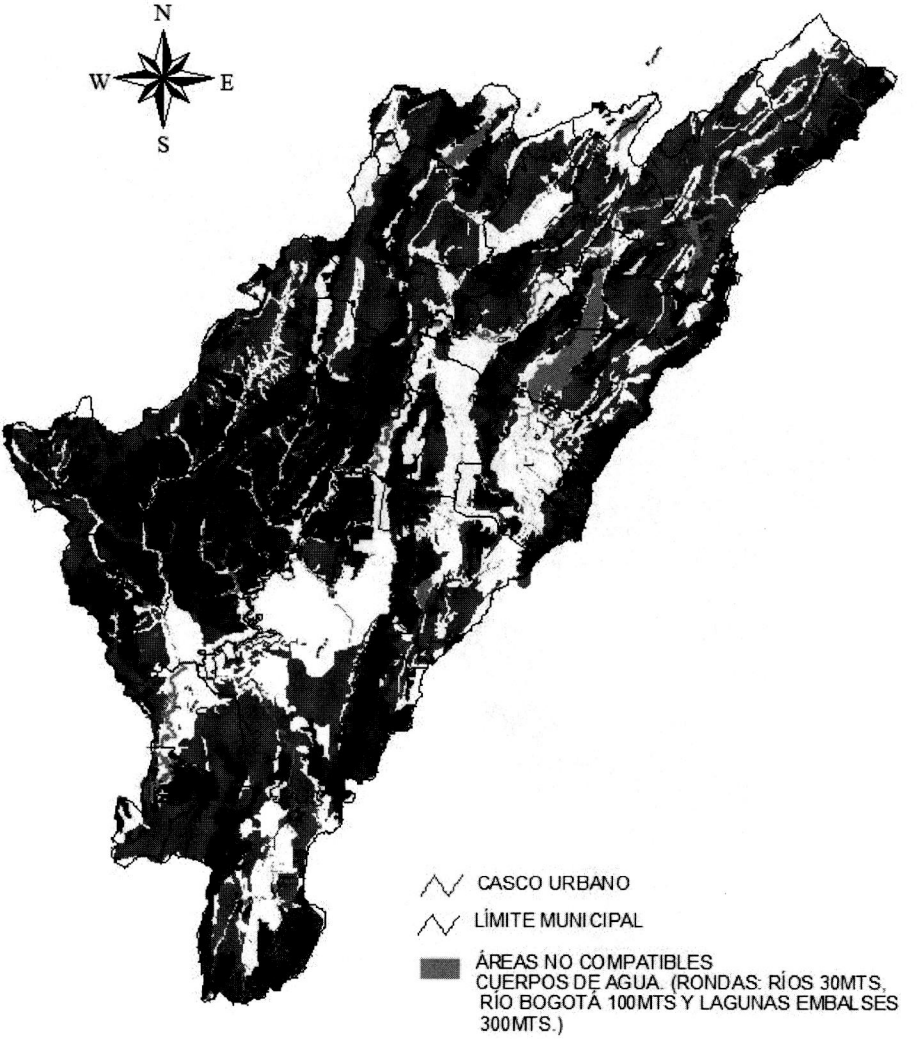
Usos del suelo y cobertura vegetal (vegetación de páramo)



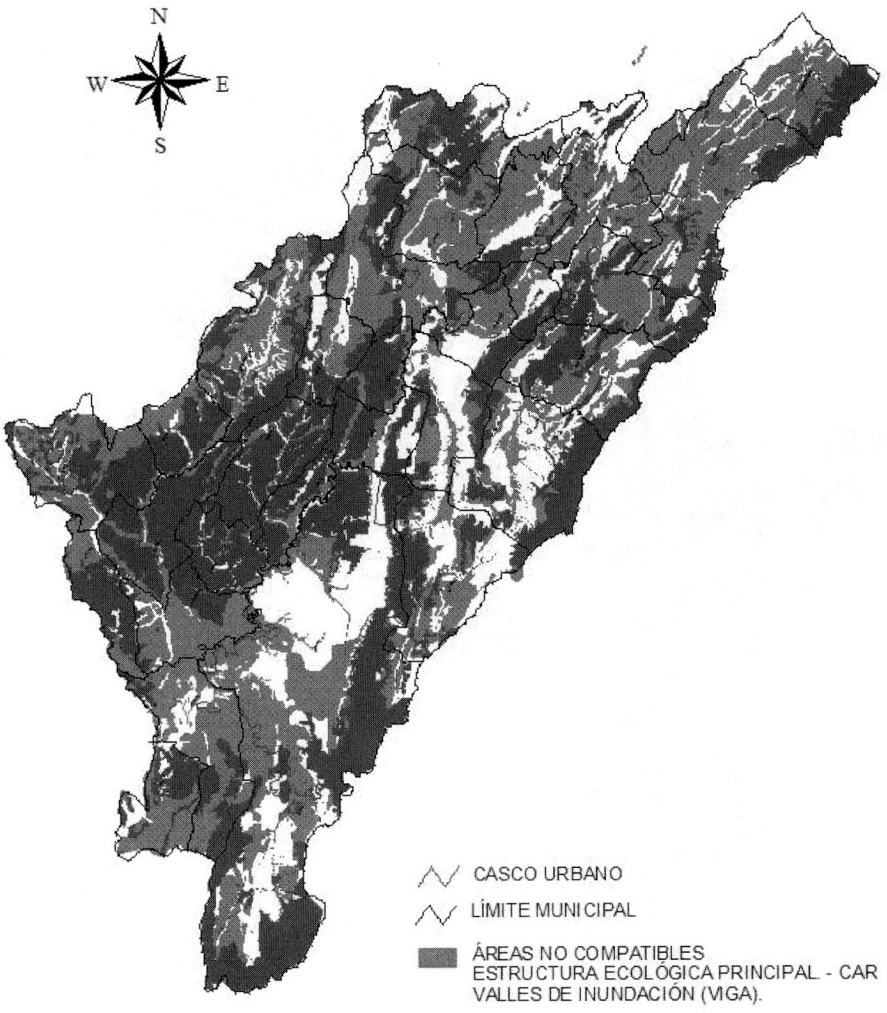
Usos del suelo y cobertura vegetal (vegetación de bosques)



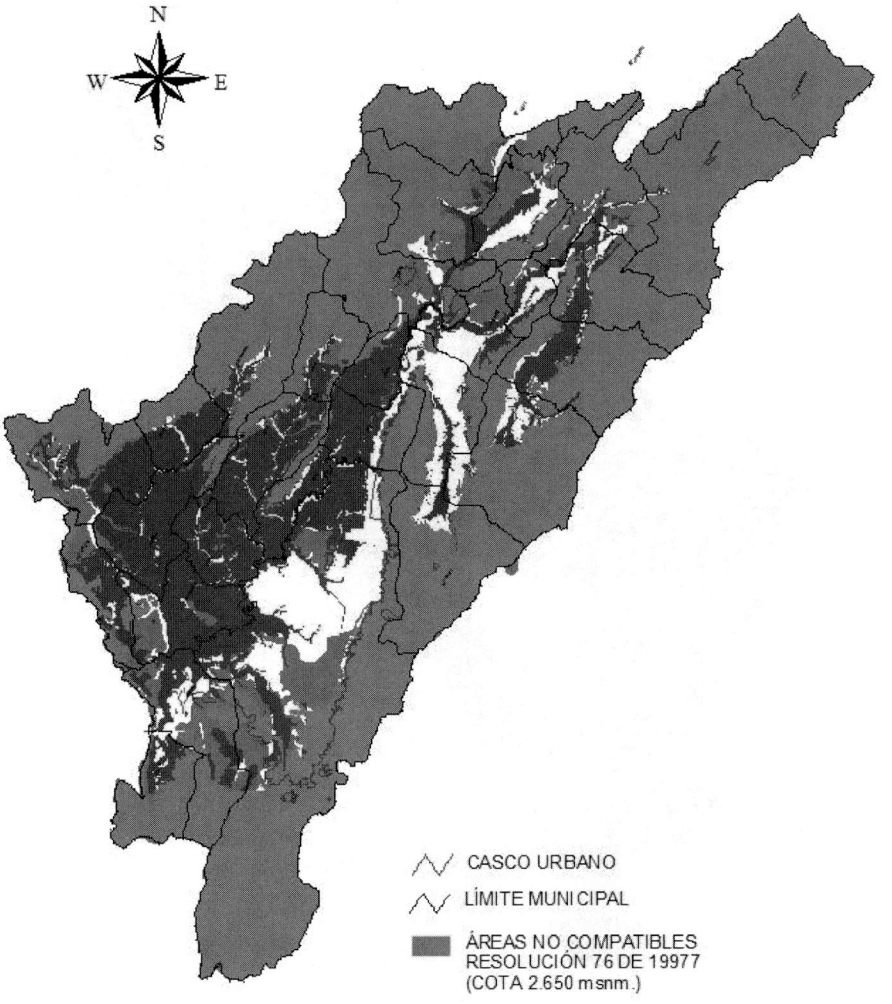
Ecosistemas de importancia ambiental (cuerpos de agua)



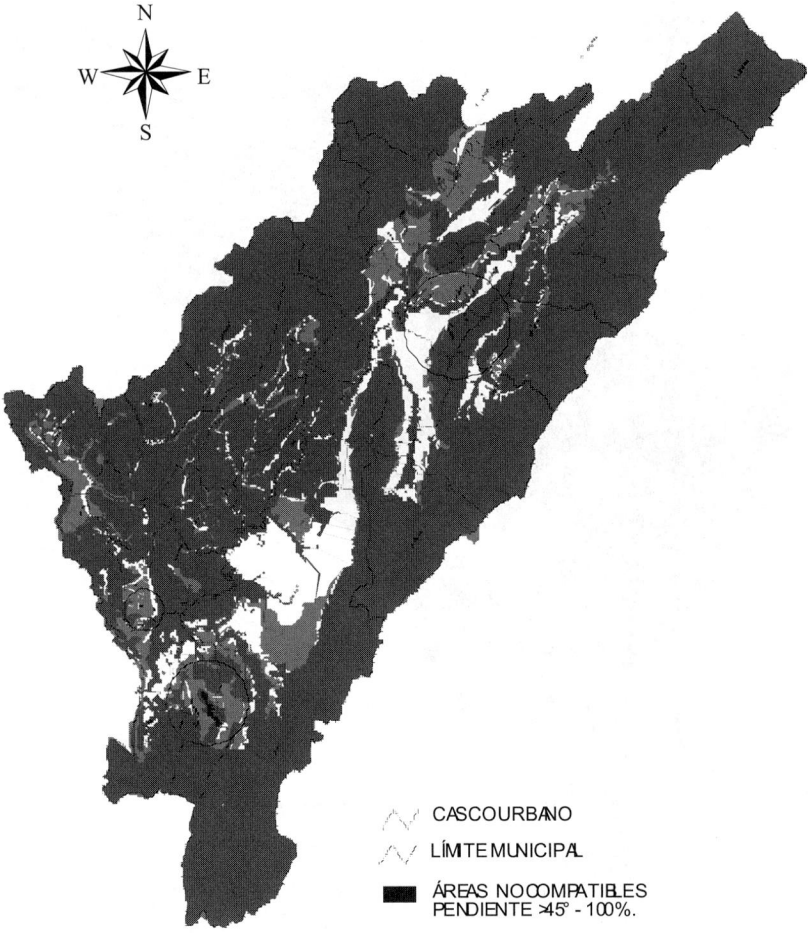
Hidrología


N
W
E
S
CASCO URBANO
LÍMITE MUNICIPAL
ÁREAS NO COMPATIBLES
ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL - CAR
VALLES DE INUNDACIÓN (VIGA).

Hidrogeología



Fragmentación de ecosistemas



Anexo 3. Producción de materiales de construcción para concreto, mortero y mezcla asfáltica - estimativo ASOGRAVAS

Zona	Estimativo ASOGRAVAS m^3
Tunjuelo	2,8
Zona Norte de la Sabana (Tabio, Guasca, Cogua, Chocontá, Carmen de Carupa, Guachetá, Nemocón, Guateque)	1,8
Zona Occidente (Subachoque, Madrid, El Rosal y Villeta)	0,7
Otros Fuera de la Sabana (Villavicencio, Girardot, Guamo, Coello, Honda, La Dorada, Cáqueza, La Punta)	1,4
Otros municipios	
Producción total	**6,7**

Fuente: ASOGRAVAS.

En este anexo se presentan los estimativos de producción de materiales de construcción para la producción de concreto, y mezcla asfáltica, sin incluir las arenas amarillas, suministrados por ASOGRAVAS. Esta información no coincide con los cálculos de Fedesarrollo a partir de las cifras oficiales que maneja Ingeominas. Con respecto a ellos, la producción estimada por ASOGRAVAS es mucho más alta. Sin embargo, para el lado de la demanda los cálculos de Fedesarrollo, que se realizan a partir del consumo de cemento y de asfalto, son más cercanos a las estimaciones de ASOGRAVAS.

El análisis de este estudio se basa en las cifras oficiales. Este anexo se presenta para alertar acerca de las asimetrías de información con que opera el sector y de la importancia de contar sistemáticamente con mejores datos para seguir el comportamiento del sector y diseñar las políticas que lo afectan.

Anexo 4. Oferta de materiales de construcción en la región en áreas compatibles con la minería según la resolución 1197 de 2004

Municipio	Número de títulos	Área en miles de m²	Reservas en miles de m³	Producción en miles de m³	
				Minas sin datos producción = 0	Minas sin datos producción = promedio
Albán	2	3,550	0	0	189
Anapoima	2	408	0	0	23
Apulo	7	9,859	75,305	197	695
Arbeláez	1	260	0	0	14
Beltrán	5	8,320	0	0	463
Bogotá	12	10,288	31,959	459	720
Bojacá	5	5,468	3,107	48	83
Cajicá	0	0	0	0	0
Caparrapí	10	3,934	0	0	219
Cáqueza	6	1,812	135	15	16
Carmen de Carupa	3	14,599	0	0	812
Cogua	5	1,031	8,023	33	45
Cucunubá	1	162	0	0	9
Chía	0	0	0	0	0
Chipaque	1	1,484	490	9	9
Choachí	1	151	0	0	8
Chocontá	0	0	0	0	0
El Rosal	0	0	0	0	0
Fusagasugá	1	164	0	0	9
Gachancipá	0	0	0	0	0
Gachetá	3	2,032	0	0	113
Girardot	3	5,300	9,833	0	295
Granada	3	2,320	0	0	129
Guacheta	3	2,034	0	0	113
Guaduas	11	14,629	0	0	814
Guasca	0	0	0	0	0
Guataquí	2	493	0	0	27
Guayabetal	2	2,746	0	0	153
Jerusalén	2	5,090	0	0	283
La Calera	0	0	0	0	0
La Mesa	1	296	0	0	16
La Palma	2	328	0	0	18
La Vega	1	30	0	0	2
Lenguazaque	3	101	0	0	6
Machetá	1	36	0	0	2
Madrid	0	0	0	0	0
Manta	2	6,000	0	0	334
Medina	3	6,387	0	0	355
Mosquera	8	9,803	1,329	75	186
Nariño	3	497	1,608	25	95
Nemocón	0	0	0	0	0
Nilo	10	27,091	0	0	1,507
Nocaima	1	4,860	0	0	270
Pacho	3	5,516	0	0	307
Pandi	1	52	0	0	3
Paratebueno	1	53	0	0	3
Pasca	4	5,622	0	0	313
Puerto Salgar	3	10,967	0	0	610
Quebradanegra	1	550	0	0	31
Ricaurte	9	20,201	719	129	299
San Antonio Tequendama	5	859	6,335	45	164
San Cayetano	1	600	0	0	33
San Francisco	6	7,624	637	27	318
San Juan de Río Seco	4	2,019	0	0	112
Sasaima	1	79	0	0	4
Sibaté	2	117	0	0	5
Silvania	0	0	0	0	0
Simijaca	2	181	0	0	10
Soacha	26	10,859	42,890	106	242
Sopó	0	0	0	0	0
Subachoque	1	382	0	0	1
Sutatausa	6	1,032	0	0	57
Tabio	4	6,964	15,587	127	174
Tausa	6	164	0	0	9
Tena	1	0	0	0	0
Tibacuy	2	890	0	0	50
Tocaima	1	394	0	0	22
Tocancipá	19	4,114	1,971	75	283
Ubaque	1	826	4,094	4	4
Une	2	1,008	0	0	56
Útica	9	10,152	0	0	565
Viani	1	650	0	0	36
Villapinzón	0	0	0	0	0
Villeta	5	4,937	0	0	275
Zipaquirá	0	0	0	0	0
Total Sabana	**88**	**49,191**	**104,866**	**923**	**1,749**
Resto de Cundinamarca	**165**	**199,186**	**99,156**	**450**	**10,271**
Total Región	**253**	**248,377**	**204,022**	**1,373**	**12,019**

Fuente: Proeza (upme) 2001, Ingeominas y cálculos de los autores.

Anexo 5. Categorías de camiones

Nombre categoría camión	Descripción categoría	Capacidad de carga (toneladas)	Capacidad de carga (m^3)	Categoría de peajes
C2	Camión rígido de 2 ejes*	4,5	3	III
		9	6	IV
C3	Camión rígido de 3 ejes	16	11	V
C3-S	Tractocamión (Mula) de 3 ejes en adelante	34	24	V-VI-VII

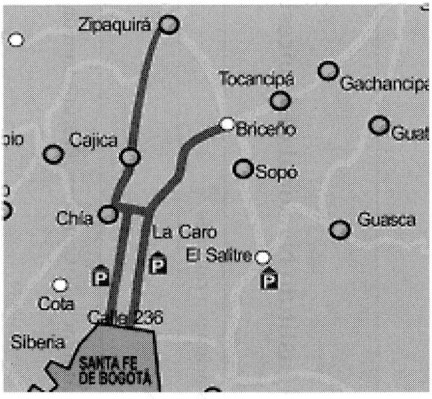
* En el trabajo sólo se está analizando los camiones de dos ejes de 6 m^3.

Categorias de peajes y correlativa entre las categorías usadas por el Instituto Nacional de Concesiones - INCO y las del Instituto de Vías - INVÍAS

	Categorías vehiculares en estaciones a cargo de	
Categorías del trabajo	INVÍAS	INCO
I	I Automóviles, Camperos, Pick ups, camionetas y Microbuses	I Automóviles, Camperos, Pick ups, camionetas y Microbuses
II	II Bus, Buseta, Camiones Tipo F-350 y F-600	II Bus, Buseta
III		III Camión pequeño Tipo F-350
IV		IV Camión grande Tipo F-600
V	III Camiones de Tres (3) ejes y Tracto- Camión de Cuatro (4) ejes	V Camiones de Tres (3) ejes y Tracto-Camión de Cuatro (4) ejes
VI	IV Tracto-Camiones de (5) ejes	VI Tracto-Camiones de (5) ejes
VII	V Tracto Camiones de (6) ejes	VII Tracto Camiones de (6) ejes

Anexo 6. Rutas de acceso a Bogotá y peajes en cada ruta

Acceso desde el norte
Autopista norte y carrera 7

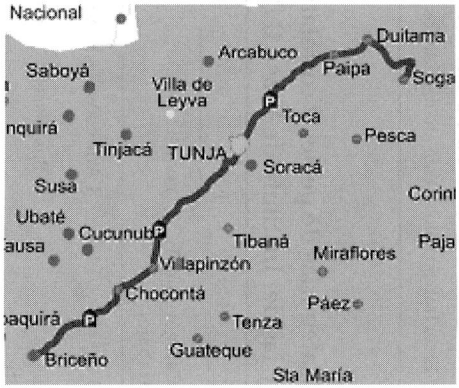


Concesión desarrollo vial del norte de Bogotá

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Andes*	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Fusca*	5.400	12.200	18.600	24.000	26.500
Teletón	-	-	18.600	24.000	26.500

* El peaje sólo se cobra a los vehículos en dirección de Bogotá.
Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Briceño - Tunja

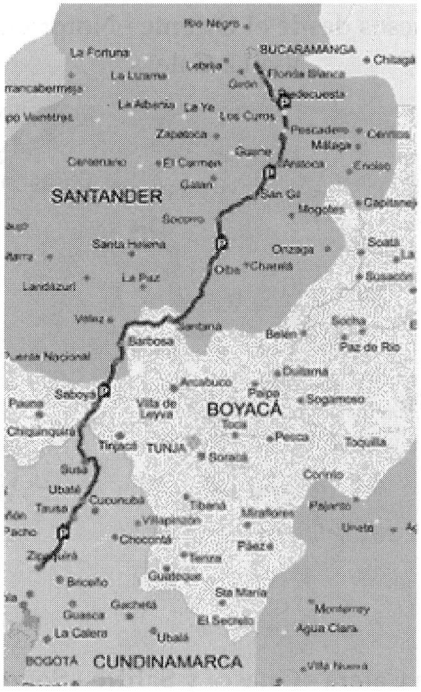


Concesión Briceño - Tunja - Sogamoso

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
El Roble	5.200	5.200	13.000	16.100	18.700
Albarracín	5.200	5.200	13.000	16.100	18.700
Tuta	5.200	5.200	13.000	16.100	18.700

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Zipaquirá - Bucaramanga



Carretera INVÍAS El Roble - Yopal

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Machetá	5.100	5.100	11.800	15.500	17.800

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Concesión Zipaquirá - Bucaramanga

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Casablanca	4.800	4.800	12.000	15.700	17.800
Saboyá	4.800	4.800	12.000	15.700	17.800
Oiba	4.800	4.800	12.000	15.700	17.800
San Gil	4.800	4.800	12.000	15.700	17.800
Los Curos	4.800	4.800	12.000	15.700	17.800

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Accesos desde el Oriente - Nororiente
Vía La Calera

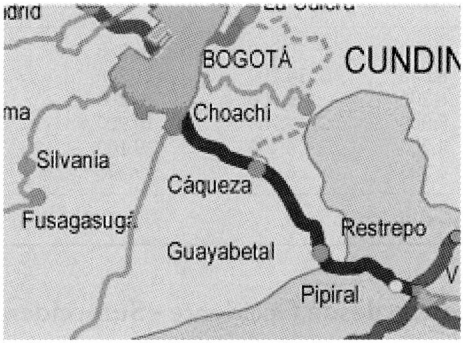


Concesión Patios - La Calera - Guasca y Salitre - Sopo y Briceño

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Patios*	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000
La cabaña**	5.700	13.600	20.000	27.000	27.000

* El peaje sólo se cobra a los vehículos en dirección de Bogotá.
** El peaje sólo se cobra a los vehículos en dirección a Bogotá.
Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Accesos desde el Oriente - Suroriente Bogotá - Villavicencio

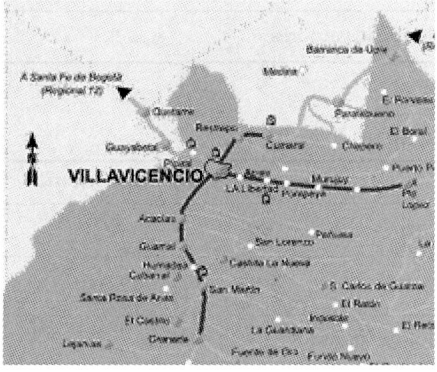


Concesión Bogotá - Villavicencio

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Boquerón	10.000	26.300	29.600	32.800	39.400
Pte. Quetame	11.400	22.200	25.800	29.700	33.000
Pipiral	12.700	22.200	24.200	37.000	47.800

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Malla vial del Meta

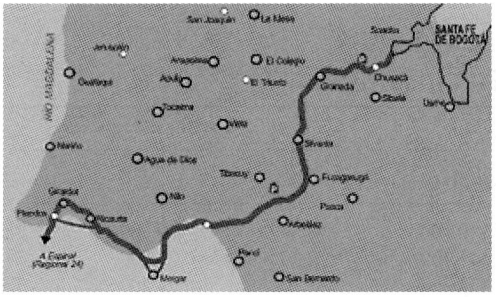


Concesión Proyecto Malla vial del Meta

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Iraca	6.200	10.900	16.200	21.600	23.200
La Libertad	8.600	14.200	21.200	27.900	31.900
Ocoa	6.200	10.900	16.200	21.600	23.400
Veracruz	5.000	7.700	10.900	14.600	16.500
Vanguardia	4.200	6.400	9.100	12.200	13.800
Pte. Amarillo	4.200	6.400	9.100	12.200	13.800

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Acceso desde Occidente - Suroccidente Bogotá - Girardot



Concesión Bogotá - Girardot

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Chusacá	6.700	6.700	14.000	22.800	26.200
Chinauta	6.700	6.700	14.000	22.800	26.200

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

INVÍAS Flandes - Ibagué

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Gualanday	5.400	5.400	12.000	15.600	18.000

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Girardot - Espinal - Neiva

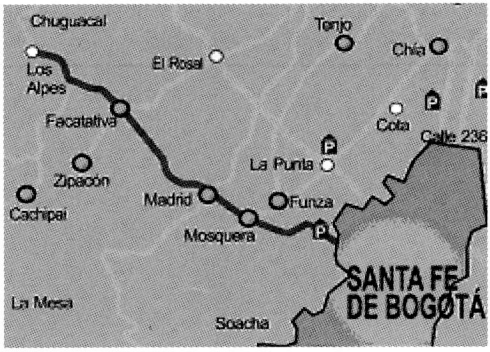


Concesión Giorardot - Espinal - Neiva

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
El Patá	6.300	8.100	17.300	23.300	25.400
Flandes	6.000	7.800	15.800	21.200	23.300
Neiva	6.000	7.800	15.800	21.200	23.300

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Acceso desde Occidente
Vía Mosquera



Concesión Fontibón - Facatativa - Los Alpes

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Río Bogotá*	5.800	7.700	13.400	17.900	19.500
Corzo**	5.800	7.700	13.400	17.900	19.500

* El peaje sólo se cobra a los vehículos en dirección de Bogotá.
** El peaje sólo se cobra a los vehículos en dirección a Bogotá.
Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Panamericana - Villeta - Chuguacal - Cambao

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Jalisco	8.400	8.400	20.900	27.000	32.700
Guayabal	8.400	8.400	20.900	27.000	32.700

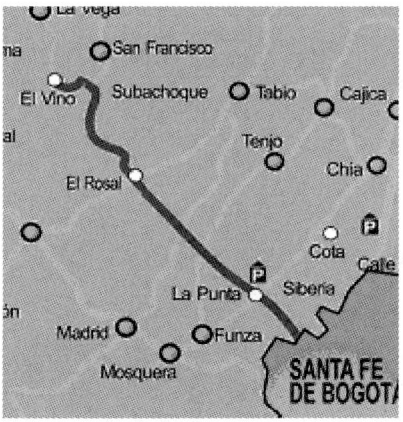
Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

DEVISAB - Siberia - Mosquera - La Mesa - Girardor

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Tebaida*	6.700	8.000	17.700	21.800	23.200
Mondoñedo	6.700	8.000	23.200	31.700	36.300
Ramal a Soacha**	6.700	8.000	23.200	31.700	36.300
San Pedro	6.700	9.500	29.600	38.400	43.900
Pubenza	5.600	7.400	12.100	15.600	17.800

* Conexión entre Siberia y Mosquera.
** Conexión entre Mondoñedo y Soacha. Si se paga este peaje no se paga el de Mondoñedo y viceversa.
Fuente: DEVISAB. Cálculos de los autores.

Calle 80 - Siberia



Concesión Bogotá - Siberia - La Punta - El Vino

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Siberia	6.800	9.100	15.800	21.200	23.300

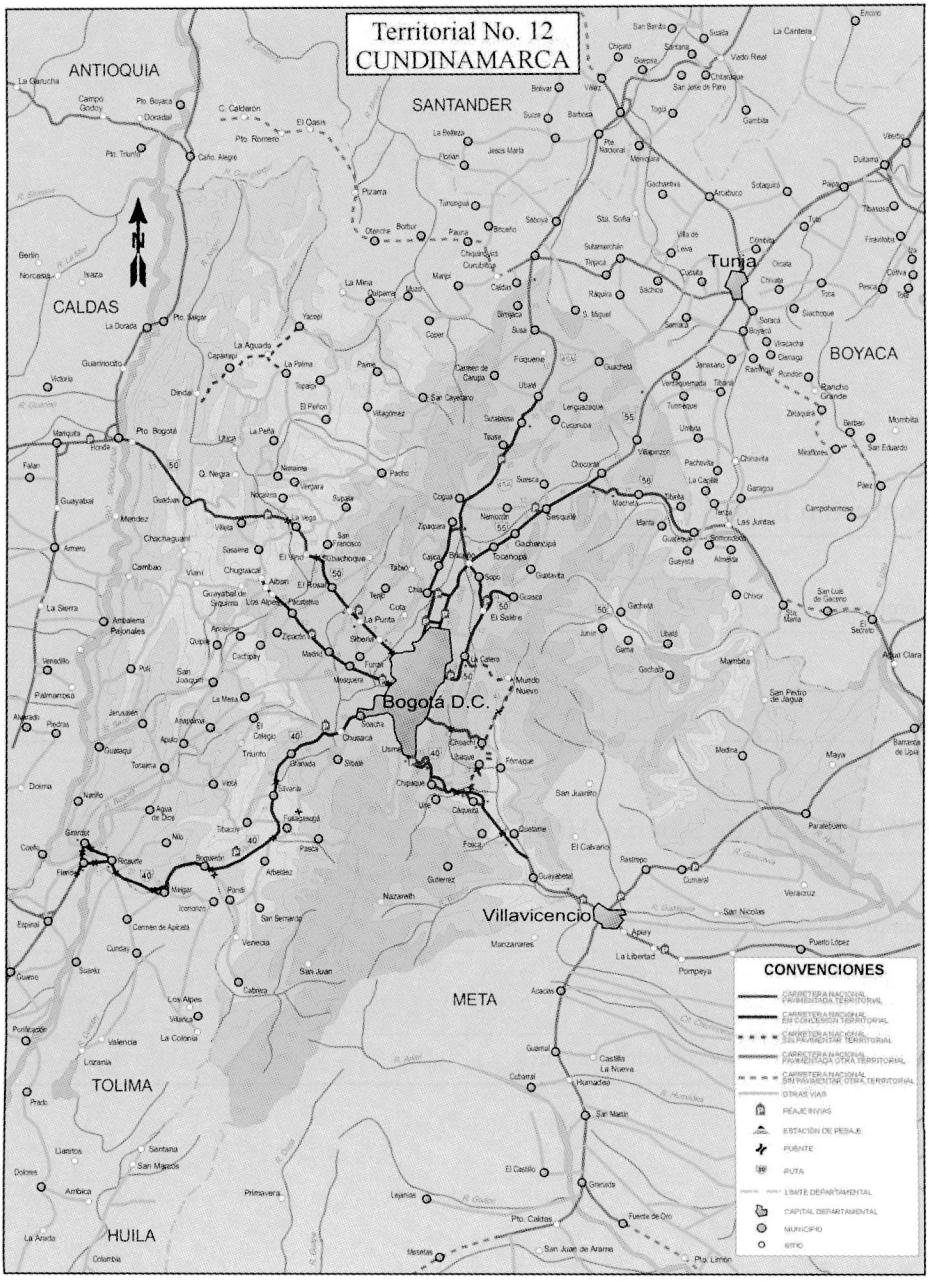
Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

INVÍAS peaje de Siberia - Honda

	Tarifas categorías				
Nombre del peaje	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Caiquero	7.200	7.200	18.100	22.500	25.900
Bicentenario	7.200	7.200	18.100	22.500	25.900

Fuente: INCO e INVÍAS. Cálculos de los autores.

Vías de acceso a la ciudad de Bogotá



Fuente: INVÍAS.

Anexo 7. Nota sobre experiencia en recuperación de canteras en otros países

Uno de los ejes del debate sobre la minería en el Tunjuelo gira en torno a la viabilidad de la recuperación de las canteras, particularmente si éstas están ubicadas en zona urbana. Esto hace conveniente analizar ejemplos internacionales de recuperaciones de espacios donde hubo minas de extracción de arenas, gravas y gravillas, tanto en las ciudades como cerca de éstas, pero fuera del casco urbano.

En Europa, la gran mayoría de extracciones se han recuperado de acuerdo con los planes de manejo que se exigen en cada país. En el caso de Zurich, estos terrenos son ahora usados en cultivos, obteniendo enormes ventajas en el drenaje de agua debido a la forma como se rellenaron las tierras. En Iver, Buckinghamshire, se recuperaron las tierras para la posterior construcción de un campo de Golf. En Thorp, Surrey, se construyó la atracción turística más conocida de Inglaterra sobre una cantera, con aproximadamente un millón de visitantes al año. Finalmente, en España antiguas canteras de materiales de construcción son ahora reconocidos humedales donde habitan gran variedad de especies animales, particularmente aves.

Los ejemplos de recuperaciones internacionales de canteras indican que es posible adaptar suelos anteriormente ocupados por la actividad minera, para una gran variedad de usos. El tema que resulta preponderante, es entonces, la determinación de las autoridades ambientales sobre las acciones que deben seguirse en la recuperación y el uso que quiere dársele al suelo una vez culminada la actividad minera. De esto depende, en gran medida, la importancia que le den las empresas mineras a la recuperación de los suelos.

Experiencia en Colombia

ASOGRAVAS también destaca algunos programas de recuperación y rehabilitación ambiental, a nivel nacional, que vienen adelantando algunas organizaciones mineras formales en los municipios de Tabio, Guasca, Subachoque, Cajica, Choconta y en el sur del Bogotá en la zona del Tunjuelo. Estos casos sirven como ejemplo de la capacidad del sector minero nacional para desarrollar una minería ordenada que minimiza su impacto ambiental.

En el caso de Tabio existe un programa de trabajo que ha considerado, como factor fundamental en la fase de cierre de la actividad, las condiciones hídricas de la región. El proyecto, que todavía está en ejecución, permitirá que la zona cuente con unos reservorios de agua, al final de la actividad industrial, que contribuirán al abastecimiento de agua de la región. Otras zonas han sido retrorellenadas y reconformadas para usos agrícolas y ganaderos.

En los municipios de Guasca y Subachoque se han dado casos de recuperación concurrente con el avance de la actividad minera, con resultados en muy corto tiempo. Hoy muestran establecimiento de usos agrícolas, ganaderos, de conservación como los humedales de valor estratégico para la región y de carácter industrial, distintos a la minería, tales como la agroindustria.

El Tunjuelo, por su cercanía a áreas urbanas, requiere un proceso de recuperación especial, por consideraciones de seguridad y por las necesidades propias de la ciudad. ASOGRAVAS destaca la necesidad de una escombrera y de un sistema de amortiguamiento de crecientes, que hoy hace parte de la fase de cierre de una de las minas más importantes en la zona.

Los materiales de construcción constituyen un insumo fundamental para la construcción, y la construcción es una de las principales fuentes de crecimiento económico y, por esta vía, de bienestar para la sociedad. La eficiencia en la extracción de estos materiales y su costo tienen impactos potenciales importantes sobre las economías locales y regionales.

Se trata de un sector que opera con productores de distinto tamaño, con distintos niveles de tecnología y con presencia de un gran número de actores informales. Esto ha repercutido en escasez de cifras oficiales confiables y en la necesidad de formas alternativas de medición para caracterizar el sector.

Otras condiciones del sector, como la dependencia geográfica de los centros de consumo y los potenciales efectos ambientales que la industria puede generar cuando se desarrolla de una manera inadecuada, tienen importantes implicaciones de política. Imponen el reto de crear una política minera y ambiental que incorpore estas restricciones de tal forma que pueda ser efectiva, sostenible, y con los mínimos efectos sobre el abastecimiento de materiales de construcción.

Fedesarrollo ha realizado un estudio que permite, a través de un mejor entendimiento del sector de materiales de construcción, analizar las implicaciones de la legislación ambiental más reciente y de la inundación del río Tunjuelo para el desarrollo de esta actividad en la región de Bogotá y Cundinamarca, y dimensionar, de una manera más general, los costos y beneficios que representa la minería de materiales de construcción para la economía de la región.

FEDESARROLLO

ASOGRAVAS

ISBN 958-33-9478-5

