

28 11 13

---

## Aplicación de casos

## **5. APLICACIÓN DE CASOS**

Aunque Colombia es un país rico en recursos naturales, su desarrollo económico se ha basado en buena medida en un aprovechamiento con escasos desarrollos tecnológicos y carentes de una adecuada planificación, lo que ha generado además de conflictos y preocupante deterioro ambiental. Sin embargo, el Estado Colombiano ha tomado conciencia de que ese deterioro ambiental afecta el bienestar y la calidad de vida de la población, limita sus posibilidades de desarrollo y compromete gravemente el de las generaciones futuras (MMA, 2000).

El estudio del medio ambiente se ha constituido en un importante factor para la calidad de vida y el desarrollo. Las decisiones para la explotación de recursos minerales se realizan normalmente sin compararse con otras variables económicas y sociales que pueden ser compatibles o no. Para el desarrollo regional es necesario que los minerales y en general los recursos del subsuelo, aguas subterráneas, termales, hidrocarburos y geotermia y las amenazas geológicas sean incluidas en el ordenamiento territorial. Los recursos naturales y las amenazas naturales frecuentemente son olvidados en algunos países en desarrollo en los procesos de planificación.

Como ya se mencionó, estas acciones requieren, además de la identificación y espacialización de esas unidades de territorio de acuerdo con su función ambiental y de los procesos y tendencias de apropiación y manejo de las mismas, la generación de instrumentos legales, económicos, sociales, políticos y administrativos que posibiliten dar un uso y desarrollo más adecuado a cada unidad y al país en su conjunto.

En virtud de la importancia de los recursos minerales en el desarrollo de las regiones, se debe aceptar el ejercicio de la actividad minera, en relación directa con el progreso de las sociedades, aunque ello implique aceptar en cierta forma, los impactos que se producen sobre el entorno y la calidad de vida de las comunidades, en las etapas de exploración, explotación, transporte y transformación de los productos mineros. Por esta razón, la sociedad moderna debe asegurarse de que la interferencia entre la necesidad de proveer recursos minerales y la protección del medio ambiente se conserven en niveles de tolerancia que garanticen la sostenibilidad tanto de la actividad minera como de los recursos ambientales y de la calidad de vida de los habitantes.

El Ordenamiento Territorial en zonas mineras, debe orientarse a establecer alternativas de ordenamiento territorial en las zonas activas actuales y potenciales, de forma que permita desarrollar la actividad minera de manera sostenible. Además, debe conjugar diferentes factores tales como, la demanda de minerales, la actividad que busca satisfacer esta demanda, los problemas ambientales generados, y los conflictos actuales y potenciales por el uso del suelo. Debe plantear estrategias de corto, mediano y largo plazo, para lograr un adecuado aprovechamiento de los recursos mineros, sin causar graves deterioros a los ecosistemas en las áreas de influencia.

El Estado Colombiano por intermedio de sus entes territoriales e institutos de investigaciones ha adelantado estudios y proyectos, cuyos resultados han permitido establecer la importancia de que el proceso de ordenamiento sea parte de las etapas del ciclo minero. Esto permitirá visualizar la técnica de explotación, la infraestructura, los posibles impactos y la manera de minimizarlos, las áreas de especial manejo, las áreas de recuperación y de rehabilitación y el uso posterior a la explotación minera. Durante la explotación se debe poner especial cuidado en el manejo, tanto de materiales útiles, estériles, como de los efluentes líquidos, sólidos y gaseosos, recuperación y rehabilitación de zonas ya explotadas. Después de la explotación se debe continuar con la recuperación de los terrenos utilizados, asegurándose de que el uso que se le vaya a dar sea compatible con las nuevas características del terreno, y que no existan riesgos inminentes de desestabilización de los mismos (INGEOMINAS, 1997, 2006).

Después de haber desarrollado anteriormente la conceptualización y metodología del OAT, se presentan a continuación la aplicación práctica, que muestra como pueden sopesarse diferentes variables y que de un modo imparcial con participación ciudadana se pueda llegar a establecer los usos del territorio. Se ilustran tres ejemplos, de investigaciones realizadas desde el año 1996, uno a nivel regional, otro municipal y un tercero muy puntual. En el nivel regional se hace énfasis en las consideraciones del medio físico, incluyendo los recursos minerales para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Cundinamarca. El nivel municipal integra los procesos de ocupación del suelo, de crecimiento socio-económico y el aprovechamiento racional de los recursos naturales para el municipio de la Peña. A nivel local está el caso del planteamiento de un parque minero, en el cual se incluyeron conceptos técnico-mineros en ordenamiento de la extracción de arcillas en la Sabana de Bogotá.

## **5.1 BASES FISICAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

Este primer estudio de caso a mostrar pretende, en el marco de los principios anteriormente enunciados, proponer a partir del análisis del medio físico las consideraciones para el ordenamiento territorial del Departamento de Cundinamarca, en el centro de Colombia donde se encuentra la capital Bogotá D.C. Este ordenamiento es propuesto con base en el análisis de información existente sobre el medio físico en el departamento, mediante la aplicación de algunas funcionalidades de un sistema de información geográfica que permita su actualización una vez identificados claramente los alcances y vacíos inherentes a la información y los estudios del medio físico disponibles actualmente. Este análisis es realizado a partir de una visión departamental (escala 1: 250.000), haciendo énfasis en los rasgos regionales.

### **5.1.1 Antecedentes, objetivos y localización de la zona de estudio**

La situación ambiental crítica que se presentó en la mayoría de los municipios, regiones y localidades del Departamento de Cundinamarca, se reflejó en la notoria frecuencia de desastres naturales que han ido afectando seriamente las zonas rurales y urbanas, provocando pérdidas económicas por daños en la infraestructura, y aún más grave, la pérdida de miles de vidas humanas en los últimos 10 años. La explotación incontrolada

de la riqueza mineral que se ha dado en gran parte del país ha generado, por un lado, el agotamiento de recursos indispensables para el desarrollo futuro de las regiones; y por el otro, el deterioro de ecosistemas de gran biodiversidad; sin contar con los problemas erosivos relacionados con las actividades extractivas. Una situación similar ocurrió con la utilización de los suelos que fueron destinados a usos diferentes a los de su vocación, generando desertificación, acidificación, salinización y erosión entre otros.

No menos graves han sido los problemas relacionados con el manejo del recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo, indispensable para la supervivencia humana. La destrucción de los bosques que protegen zonas productoras de agua, y la proliferación de actividades que producen partículas que son arrojadas a las fuentes de agua, ha ocasionado dificultades para el abastecimiento de agua potable por disminución del potencial y contaminación del recurso.

Ejemplo de esto son los problemas geológicos en los municipios de Útica, Villeta, La Vega, Tena, Tausa, entre otros, al deterioro del medio ambiente causado por explotaciones mineras en los municipios de Guasca, Guataquí, Apulo y Tausa; los problemas de abastecimiento o contaminación de agua potable en el municipio de La Mesa y la inadecuada disposición de desechos que ocurre en el municipio de Guataquí.

Este panorama, cada vez más crítico, requiere de una acción inmediata a través de la cual se puedan plantear alternativas de solución en el corto, mediano y largo plazo, que apunten al mejoramiento de la calidad ambiental del territorio, garantizando que su uso se realice de acuerdo con la capacidad de acogida que este territorio tiene para las actividades que en él se realizan; asegurando además la explotación racional de los recursos que se encuentran en él y considerando su capacidad para asimilar los desechos y productos que le son arrojados. La capacidad que tiene un territorio de acoger un uso deseado dependerá de sus características y manejo.

Los procesos de planeación son desarrollados en dos fases: en la primera se realiza la recopilación de la información temática básica existente relacionada con el medio físico y se inicia su análisis sistemático. Como resultado de esta fase se obtuvo un documento base de datos bibliográficos, que incluyeron las referencias de los diferentes informes y estudios regionales disponibles en diferentes centros de documentación, y un marco conceptual general sobre el ordenamiento del medio físico dentro de un marco ambiental y territorial. También, ésta primera fase permitió identificar los aspectos débiles en cuanto a la información que estaba disponible: el conocimiento de las amenazas naturales y de la problemática minero ambiental.

En la segunda fase se desarrollaron los demás objetivos planteados: la complementación de información mediante trabajo de campo; la valoración de los potenciales geológicos, bióticos y sociales; la aproximación a la demanda ambiental, a la capacidad de acogida del territorio y finalmente, en un marco de investigación participativa, en donde los diferentes actores locales se integraron al proceso de planificación del territorio, se propusieron escenarios de uso del territorio respaldados por planes, programas y proyectos, con su respectivo monitoreo en implementación y ajuste dinámico.

Los municipios de Colombia y del mundo como entidades territoriales fundamentales en la planificación, requieren de una metodología para realizar el Plan de Ordenamiento Territorial que integre todas las dimensiones del desarrollo y en especial la ambiental, que satisfaga la proyección del desarrollo sostenible.

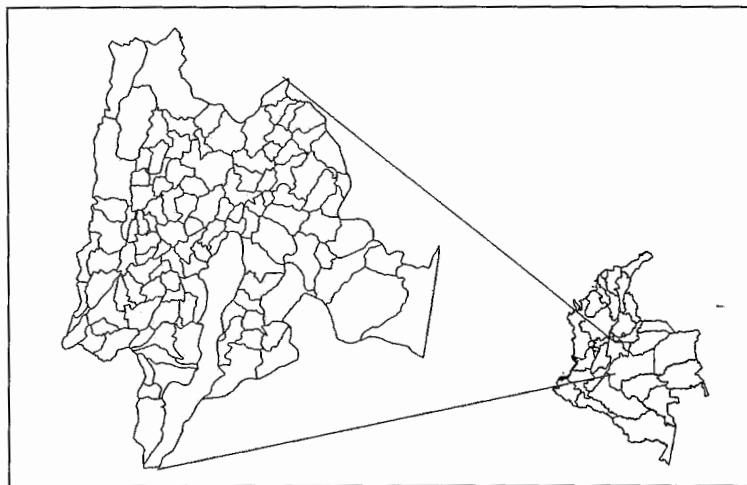
El propósito de este caso fue establecer las bases físicas para el ordenamiento territorial en el Departamento de Cundinamarca a través de un diagnóstico físico ambiental basado en información existente. El estudio pretendió aportar, a partir de la evaluación del medio físico, herramientas para el ordenamiento territorial del departamento, utilizando una estructura que permitiera la posterior integración de la evaluación de los medios biótico y socioeconómico.

Además de este objetivo general, el estudio tuvo unos objetivos específicos claros, entre los que se destacaron:

- Complementación del análisis de la información con fotointerpretación y trabajo de campo regional.
- Diseño e implementación de la aplicación del Sistema de Información Geográfico.
- Determinación de la oferta físico ambiental del territorio.
- Elaboración del mapa de ordenamiento del medio físico.
- Elaboración de un informe

Con el fin de obtener una visión general de la región en la que se desarrolla este proyecto, se presentan a continuación algunos aspectos generales del Departamento de Cundinamarca.

Cundinamarca está ubicado en la región central del país. Tiene una extensión de 24.210 km<sup>2</sup> que representan el 2,1% del territorio nacional. (Véase Mapa 1).



MAPA 1. Mapa de localización

En su territorio se distinguen tres grandes conjuntos: al occidente una angosta faja de tierras bajas, correspondientes a los valles del Magdalena y de algunos de sus afluentes (Bogotá, Sumapaz y Negro); al centro la extensa zona montañosa de la Cordillera Oriental, que cubre la mayor parte del departamento, en la mitad de la cual se encuentra el altiplano de la sabana de Bogotá y sus cuencas secas aledañas y al oriente el piedemonte llanero, de topografía suave. En términos generales, las tierras bajas y más o menos planas cubren cerca del 15% del departamento y la zona montañosa el restante 85%. La geología es muy variada: en la zona montañosa predominan las rocas sedimentarias plegadas, aunque también se encuentran rocas ígneometamórficas (Macizo de Quetame); las zonas bajas, en cambio, están conformadas por depósitos recientes de origen fluvial y torrencial. La sabana de Bogotá es una formación sedimentaria reciente de origen lacustre, ubicada a 2600 metros sobre el nivel del mar. El clima es asimismo muy variado: cálido y seco en el valle del Magdalena; cálido y húmedo en el piedemonte llanero y una variedad de climas templados, fríos y paramosos, secos a húmedos, en las vertientes y altiplanos cordilleranos. Los mejores suelos se encuentran en las tierras planas a onduladas del altiplano de Bogotá y del valle del Magdalena, pero en las vertientes medias los suelos son muy favorables a cultivos de tipo permanente como el café.

### 5.1.2 Metodología del Medio Físico

Como ya se mencionó en los capítulos previos, en la presente investigación el término geopotencial se entiende como la capacidad medible que tienen el conjunto de recursos y restricciones del medio físico para permitir o limitar un tipo específico de uso de la tierra.

Se han seleccionado como variables geoambientales básicas los recursos geomorfológico, suelo, agua y minero. Como variables que limitan el uso potencial del territorio se han considerado las restricciones de tipo geomorfológico a las que se asocian una serie de amenazas y riesgos naturales, y las restricciones de tipo ecosistémico, a las que se asocian principalmente ecosistemas catalogados como estratégicos.

Con base en la metodología planteada en los Capítulos 3 y 4, se permitió la obtención de los siguientes productos:

- Un mapa de unidades geomorfológicas.
- Un mapa de potencial para cada uno de los recursos suelo, agua y minero.
- Un mapa de ecosistemas estratégicos.
- Un mapa de geopotencial integrado en donde se visualiza el potencial de los diferentes recursos que posee el territorio y las limitaciones geomorfológicas y ecosistémicas.
- Una clasificación del geopotencial según unidades estructurantes o de geopotencial.
- Determinación de la capacidad de acogida del territorio.
- Escenarios de uso del territorio
- Conclusiones

Los aspectos más relevantes de cada ítem como resultados, tablas y mapas son los que se resumen y presentan a continuación.

### **5.1.3 Evaluación del Medio Físico**

#### **5.1.3.1 Evaluación del recurso geomorfológico**

La importancia del análisis del recurso geomorfológico en el marco del presente documento radicó en que en la evaluación de las variables del medio físico con fines de ordenamiento territorial, es precisamente la geomorfología el componente que permite o sirve de base para la integración de esas variables como ya se explicó.

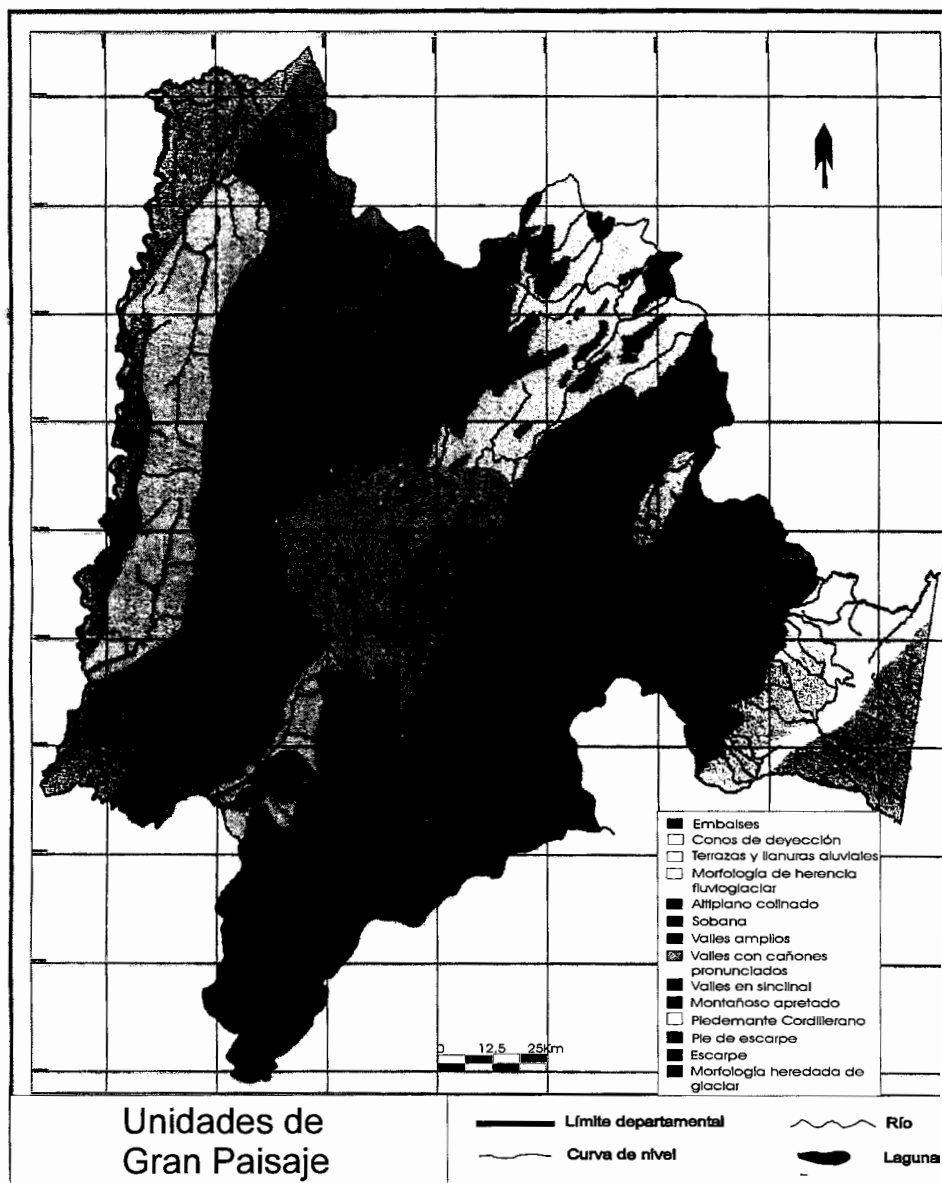
Las unidades geomorfológicas representan sistemas que permiten relaciones de funcionamiento entre las variables suelo, agua, mineral, amenazas. En este sentido, son consideradas como unidades estructurantes o integradoras que determinan sectores territoriales básicos en la evaluación del potencial del medio físico o geopotencial y en la toma de decisiones para su ordenamiento.

El análisis del recurso geomorfológico se enfocó hacia la elaboración de un esquema geomorfológico para Cundinamarca a escala 1:250.000, con base en la realización de una serie de perfiles topográficos en dirección E – W a lo largo del departamento, revisión de campo, análisis de las imágenes de satélite que cubren el área de estudio y del análisis topográfico del mapa de relieve del departamento.

La jerarquización geomorfológica tuvo en cuenta las geoestructuras, ambientes morfogenéticos, provincias geomorfológicas, unidades de gran paisaje, unidades de relieve y unidades geomorfológicas de terreno. Esta jerarquización revisó las propuestas de CIAF (Addón y Malagón, 1981), Zink (1984), ITC (Van Zuidman, 1985), Flórez (1988) e IGAC (1995). Como resultado de lo anterior la geoestructura predominante es la cordillera oriental y secundariamente valles aluviales al occidente, en la región del río Magdalena.

Dentro de los ambientes morfogenéticos que han controlado la geodinámica de la cordillera oriental están el estructural, denudacional, agradacional y antrópico. También se identifican 5 tipos de provincias geomorfológicas como montañosas, piedemonte, valles intramontañas, altiplanicie y fluvial.

Para este trabajo resultó fundamental la zonificación geomorfológica basado en unidades de gran paisaje; 14 unidades fueron identificadas (Véase Mapa 2).



Mapa 2. Unidades de Gran Paisaje



### 5.1.3.2 Evaluación del potencial del recurso minero

Como objetivos básicos de la determinación del potencial del recurso minero se identificaron:

- Determinación de la cantidad de cada uno de los recursos minerales que se encuentran en el departamento, especialmente en las áreas mineras actualmente con actividad extractiva.
- En las zonas del departamento con potencial minero aún sin explorar, se determinó el potencial minero mediante el establecimiento de parámetros estratigráficos, estructurales y petrológicos.
- Determinación del carácter estratégico de los recursos minerales que se encuentran en el departamento.

La evaluación del potencial se realiza con base en la información obtenida para las áreas mineras, a partir del análisis de las características de la explotación tipo mineral, tipo de minería, grado tecnológico, consideraciones ambientales de la infraestructura de apoyo vial y servicios públicos y la caracterización económica de los recursos (producción, comercialización, empleo, etc).

A partir de la utilización del mapa geológico se hizo un análisis de los parámetros estratigráficos, estructurales, petrológicos y geomorfológicos característicos de los diferentes ambientes de formación de los depósitos minerales. También se delimitaron geográficamente las áreas con recursos potencialmente explotables de cada uno de los minerales y materiales pétreos que se encuentran en el territorio del Departamento de Cundinamarca, haciendo énfasis en la geológica.

Cuando la información existe y es confiable se presentan algunas consideraciones sobre aspectos como reservas, producción, comercialización, calidad y precios, entre otros.

En la Tabla 26 y en el Mapa 3 se presentan los resultados obtenidos en la valoración del recurso minero en el Departamento de Cundinamarca, mostrando para cada recurso las zonas mineras actuales y potenciales, valorando además su infraestructura de apoyo y caracterización económica. Los números asociados verticalmente debajo de cada mineral corresponden a las diferentes zonas con potencial.

Tabla 26. Valoración del recurso minero para el departamento de Cundinamarca

RECURSO	CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTRITOS MINEROS			CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE APOYO								CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO					
	TIPO MINERAL		TIPO MINERÍA	GRADO TECNOLÓGICO	INFRAESTRUCTURA VIAL				INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS				PRODUCCIÓN	COMERCIALIZACIÓN	DEMANDA	EMPLEO	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>CARBÓN</b>																	
1	10	10	10	4	10	7	10	2	2	10	4	4	9	10	8	10	8
2	9	9	10	4	10	7	9	2	2	10	4	4	9	8	8	8	6
3	9	4	10	4	8	7	10	2	2	10	4	4	8	8	6	8	6
4	7	4	10	4	8	7	9	2	2	10	4	4	9	7	5	7	6
5	8	5	10	4	8	7	9	2	2	10	4	4	9	7	5	7	6
6	8	7	10	4	8	7	9	2	2	10	4	4	9	7	6	7	6
7	5	5	10	2	5	7	9	8	2	8	4	4	8	2	2	2	2
8	5	5	10	2	5	6	8	8	6	6	4	4	4	2	2	2	2
<b>ESMERALDA</b>																	
1	8	5	8	8	5	6	6	6	10	8	4	4	10	10	10	10	7
2	7	3	8	8	5	7	6	6	10	8	4	4	10	7	10	6	6
<b>CALIZA</b>																	
1	8	8	6	4	6	4	1	1	1	6	3	3	4	4	4	4	4
2	8	5	6	4	6	4	5	1	4	4	4	6	4	4	4	4	4
3	9	8	6	10	10	7	5	1	3	10	7	7	10	10	10	10	10
4	6	5	6	4	6	7	5	1	3	6	4	4	4	7	7	7	7
5	8	5	6	4	7	7	5	1	3	8	4	4	4	6	6	6	6
<b>SAL</b>																	
1	10	10	8	8	10	8	10	1	3	9	4	4	9	10	10	10	10
2	10	10	7	8	10	8	10	1	3	9	4	4	9	10	10	10	10
3	10	8	7	6	7	8	10	1	3	8	4	4	9	10	10	10	10
4	10	5	8	5	7	8	7	1	3	9	4	4	9	10	10	10	10
5	7	5	8	4	6	8	3	5	3	6	4	4	4	10	10	10	10
<b>YESO</b>																	
1	7	4	8	4	5	6	4	5	1	4	4	4	8	7	5	7	4
2	6	3	2	2	3	10	10	2	4	7	4	4	7	2	2	2	2
<b>AZUFRE</b>																	
1	8	4	7	4	3	6	4	5	1	4	4	4	5	3	3	4	2
<b>DIATOMITAS</b>																	
1	7	5	7	4	7	9	8	1	4	9	6	5	8	3	3	4	2
<b>COBRE</b>																	
1	5	4	8	3	4	8	4	5	1	4	4	4	5	4	4	7	2
<b>HERRO</b>																	
1	4	4	8	4	3	6	4	0	3	6	4	4	6	3	3	4	2
2	4	4	8	4	3	6	4	0	3	5	4	4	5	3	3	4	2
3	4	4	8	4	3	4	2	0	2	5	4	4	5	3	3	4	2
4	4	4	0	0	0	8	7	1	3	9	4	4	8	0	0	4	0
5	4	4	0	0	0	7	3	1	2	8	4	4	4	0	0	4	0
<b>PLOMO</b>																	
1	4	4	6	4	3	6	4	2	2	6	4	4	6	2	3	4	2
<b>SILICE</b>																	
1	10	10	8	10	10	9	10	2	3	8	6	4	10	10	10	10	7

1: Calidad

2: Reservas

3: Grado de mecanización

4: Grado de conocimiento del depósito

5: Carreteras

6: Férreo

7: Fluvial

8: Aeropuertos

9: Energía eléctrica

10: Acueducto

11: Alcantarillado

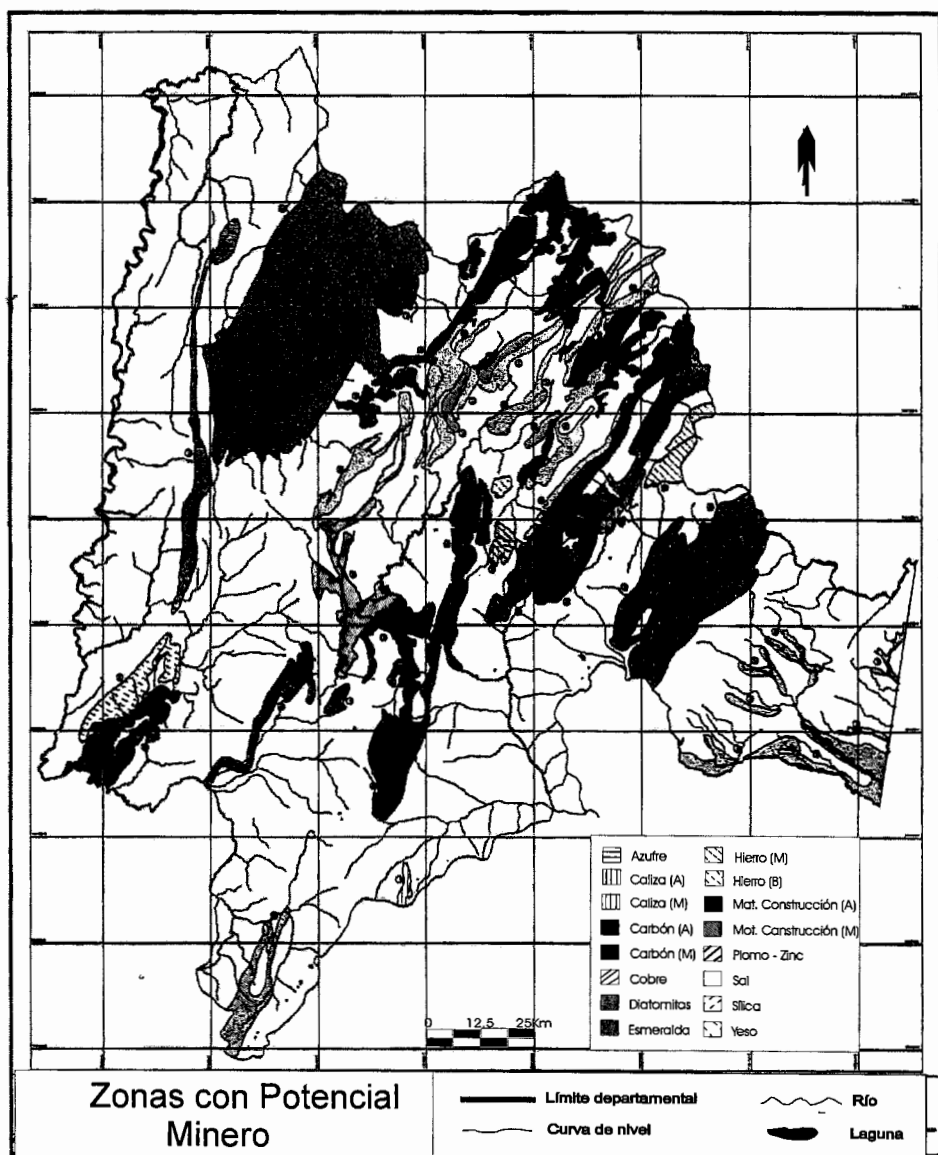
12: Teléfono

13: Volumen anual

14: Líneas de comercialización

15: Volumen anual

16: Empleo



Mapa 3. Zonas con potencial minero

### 5.1.3.3 Evaluación del potencial del recurso suelo

La evaluación del recurso suelo se ha enfocado hacia la determinación del potencial de los suelos del Departamento de Cundinamarca para producir cultivos. Para esto se recopiló y analizó toda la información existente relacionada con los suelos y su capacidad de uso, como insumos básicos para la evaluación, no sólo de este recurso, sino también en el de las demás variables geoambientales consideradas en la investigación, dada la relación sinérgica existente entre unos y otros. En este sentido, el uso vocacional del suelo puede dividirse en tres grandes grupos: ecológico, económico y social. Aquí se tuvo en cuenta el potencial agrológico, el de conservación de reservas naturales y vida silvestre, y el potencial ingenieril.

Para valorar la capacidad de uso del subsuelo, se consideraron metodologías como las de Klingebiel y Montgomery 1961, Andrade 1974, Olson 1981 y Usda 1961; también fueron considerados factores como el clima, precipitación; características del suelo como profundidad, textura, permeabilidad, humedad, pH, fertilidad, salinidad, pedregosidad, y características del terreno como pendiente, inundabilidad y nivel freático.

Las clases de suelos se codificaron de I a VIII en números romanos y para las subclases (limitaciones) se consideraron la erosión, humedad, zona radicular y el clima. De esta forma se pudo llegar a una valoración del potencial del recurso suelo y de la capacidad de uso. Lo anterior fue graficado, mapeado y tabulado finalmente.

### 5.1.3.4 Evaluación del potencial del recurso agua

La necesidad de garantizar la satisfacción oportuna de las demandas de agua para consumo urbano, industrial y agrícola, la necesidad de proteger las aguas contra la acción del hombre y la necesidad de identificar las áreas con potencial para generación de energía eléctrica, como elemento indispensable para el desarrollo, representan algunos de los factores que determinan la importancia de la evaluación y valoración del recurso hídrico para los fines de la planificación ambiental.

El análisis del recurso agua se ha abordado considerando la evaluación del potencial hídrico superficial y subterráneo. En el primer caso, la investigación se enfocó hacia la determinación de la disponibilidad teórica del recurso y al potencial para generación hidroeléctrica, y en el segundo, la escasez y la calidad de la información existente, sólo permitieron orientar el análisis hacia la determinación de zonas de interés hidrogeológico, considerando las zonas de recarga potencial y las zonas de buenas características para almacenar aguas subterráneas.

La determinación del potencial buscó identificar el uso vocacional del agua, el cual es básicamente ecológico –paisajes y reservas forestales–, económico –agricultura, minería, industria y electricidad– y social –urbanístico y recreativo–.

Para el análisis de la disponibilidad hídrica y la valoración del potencial hidroeléctrico fueron incluidos datos de precipitación, brillo solar, temperatura, altitud sobre el nivel del mar y evapotranspiración. En el Mapa 4, se muestra la utilización intensiva de los recursos hídricos para la generación de energía eléctrica, especialmente en las cuencas de los ríos Magdalena, Guavio y Bogotá.

Para la valoración del recurso hídrico subterráneo, lo que se pretende es tener la cantidad, la calidad y el manejo de los acuíferos. No obstante, debido a las limitantes de su formación solo fue posible plantear preliminarmente las áreas con potencial de recarga y unas áreas con potencialidad de acuíferos (Véase Mapa 5). Para este análisis se analizaron los mapas litogeológico, estructural y de fracturamiento, los datos de la porosidad primaria y secundaria, y la información hídrica existente. Éstos mapas inducen de inmediato a recomendar tres zonas de protección que irán en beneficio de los acuíferos.

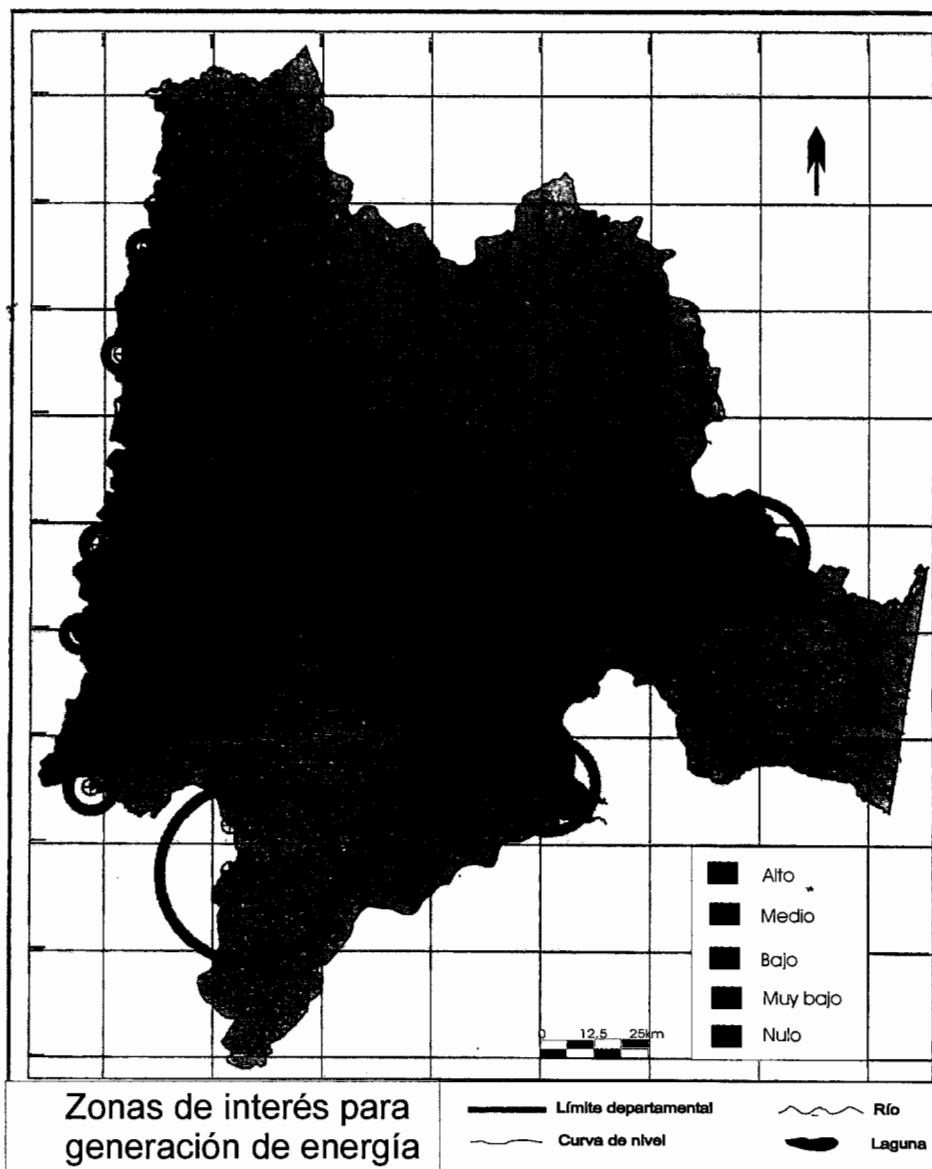
#### 5.1.3.5 Restricciones geológicas

El análisis de las restricciones de tipo geológico representa, dentro del modelo de consideración del medio físico en el ordenamiento territorial, un insumo indispensable para lograr la planificación acertada del territorio. Se deben determinar las restricciones de uso a causa de la susceptibilidad del medio a ser afectado por fenómenos naturales que pueden alterar el desarrollo de las actividades que en él se pretendan efectuar. En otro sentido, estas actividades pueden potenciar, activar o acelerar fenómenos que de igual manera modificarán su desarrollo.

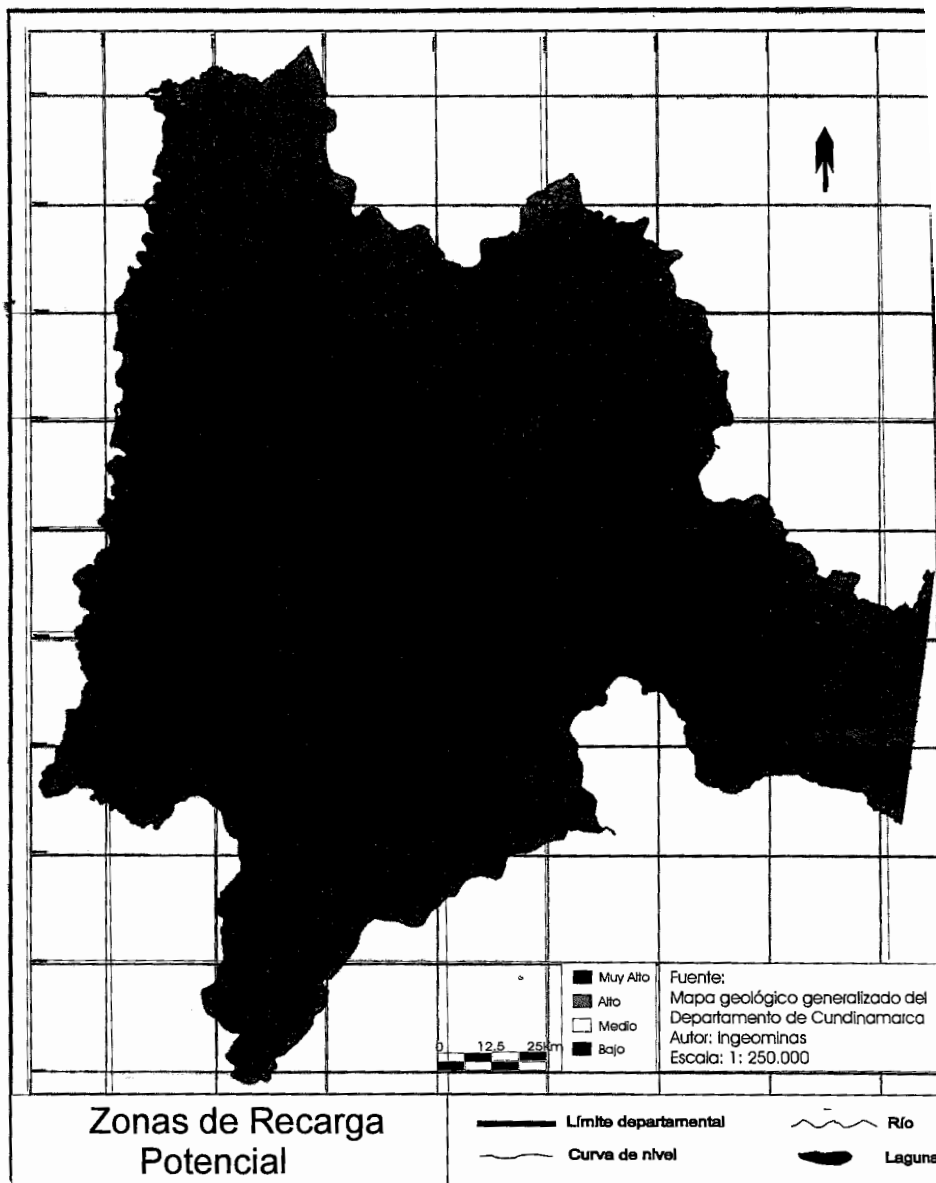
La evaluación de las restricciones de tipo geológico que se presentan en el Departamento de Cundinamarca se realizó considerando los diferentes grados de susceptibilidad del territorio a ser afectado por fenómenos naturales.

Teniendo en cuenta la ausencia de información confiable, en lo referente a la evaluación de las amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales y sísmica, y considerando además los alcances del proyecto, el análisis de las restricciones de tipo geológico se realizó a partir de la generación de una serie de mapas insumos.

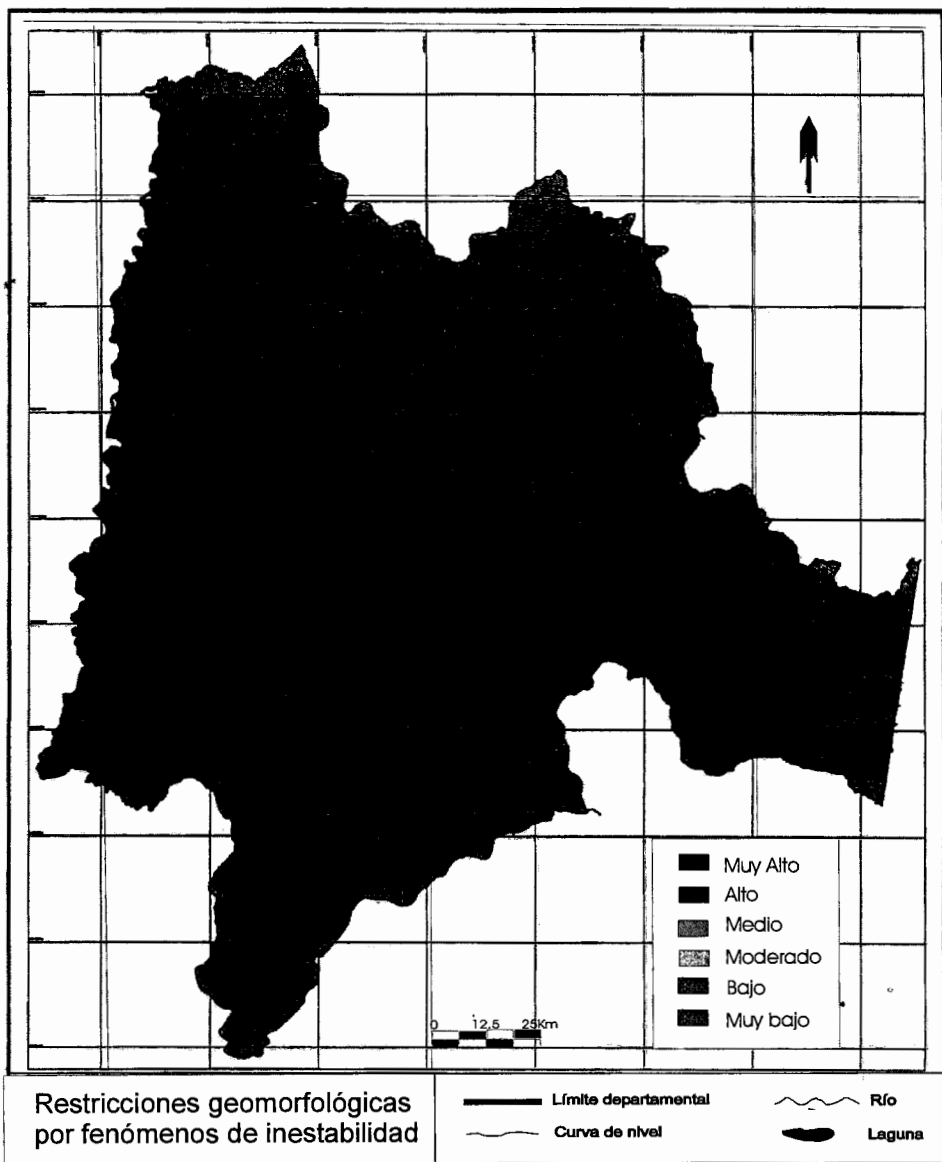
Los mapas obtenidos fueron: mapa preliminar de restricciones debidas a fenómenos de inestabilidad; basado principalmente en las condiciones litológicas, geomecánicas, climáticas y restricciones geomorfológicas, el mapa de amenaza sísmica extractado del estudio general de amenaza sísmica de Colombia (AIS, 1987) y el mapa de susceptibilidad a inundación o avenidas torrenciales, que considera: las corrientes de agua, el relieve, la humedad, litología, precipitación, geofomas, intensidad sísmica, etc., y que se muestra a manera de ilustración en el Mapa 6.



Mapa 4. Zonas de interés para generación de energía



Mapa 5. Zonas de recarga potencial



Mapa 6. Restricciones geomorfológicas por fenómenos de inestabilidad



### 5.1.3.6 Restricciones ecosistémicas

Es importante evaluar las áreas declaradas como de alta y muy alta sensibilidad ecosistémica que se encuentran en el territorio; por reglamentación éstas deben ser protegidas con el fin de garantizar su función ecológica y mantener su equilibrio.

La identificación de las áreas silvestres protegidas permite delimitar porciones del territorio que por legislación tienen ya un uso definido. En la Figura 16 se presenta la metodología utilizada para la evaluación de las restricciones ecosistémicas.

En el departamento de Cundinamarca se encuentran en proceso de declaración 22 áreas silvestres. Cundinamarca cuenta con dos parques naturales; 14 áreas de reserva forestal, de las cuales diez son de carácter protector y cuatro de carácter protector-productor; cuatro distritos de manejo integrado; un área de manejo especial y un territorio fáunico que en la actualidad se encuentra en proceso de delimitación (Véase Mapa 7).

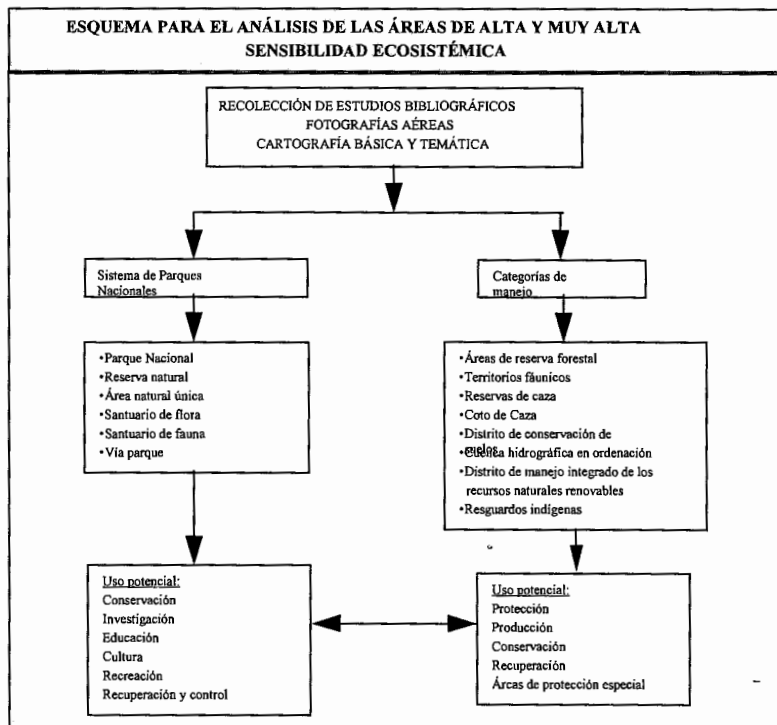
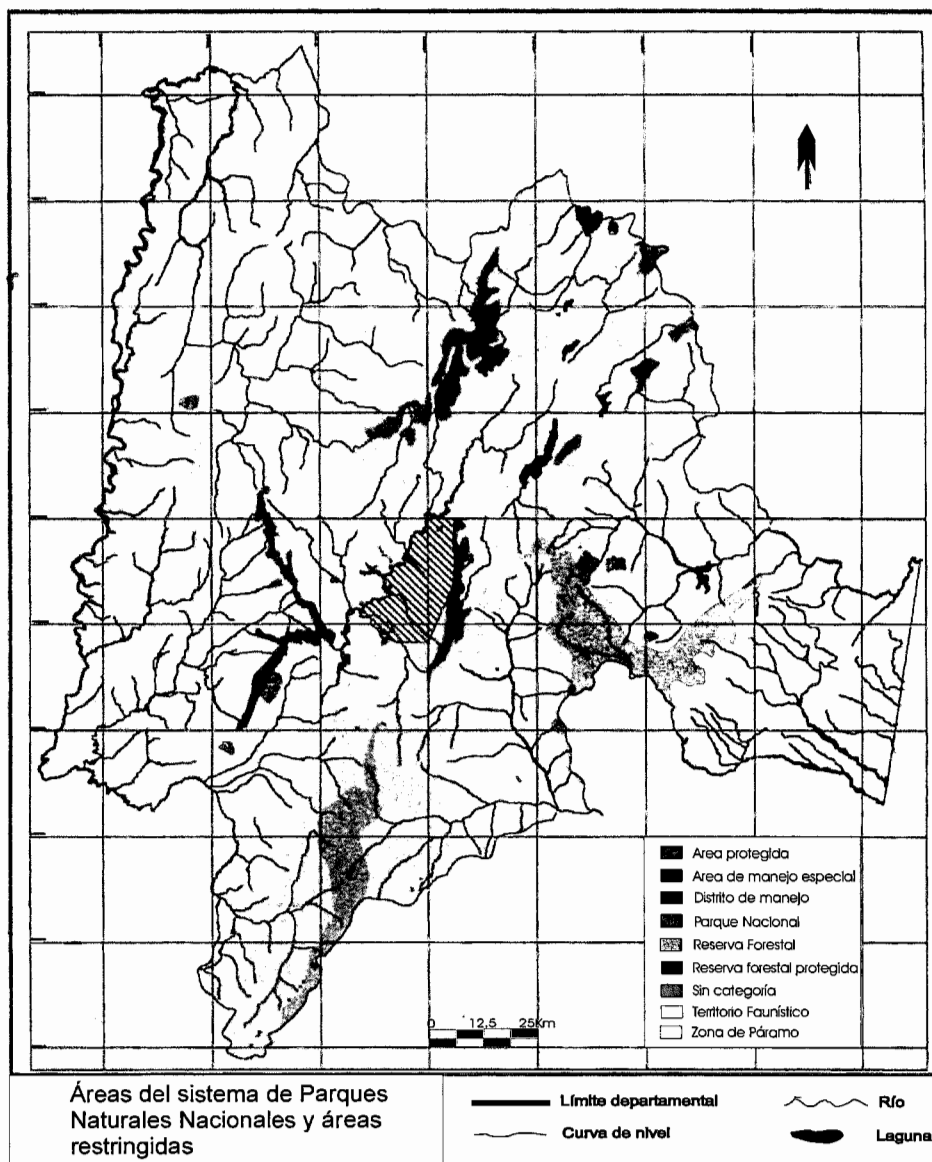


FIGURA 16. Esquema para el análisis de las áreas de alta y muy alta sensibilidad ecosistémica.



Mapa 7. Áreas pertenecientes al sistema de parques naturales nacionales y áreas protegidas

### 5.1.4 Análisis y clasificación del geopotencial

Después de evaluar el potencial de cada uno de los recursos se procedió con estos insumos a la elaboración del mapa de geopotencial del Departamento de Cundinamarca. El análisis del geopotencial de Cundinamarca se realizó considerando como ámbito las unidades de integración o de geopotencial. Posteriormente en forma de tablas se expresa la distribución del potencial de cada uno de los recursos evaluados en las diferentes unidades de geopotencial y finalmente se realiza una descripción de cada unidad de geopotencial en la que se presentan sus aspectos más relevantes referentes a su localización geográfica y a los rasgos más importantes del potencial de los recursos suelo, agua y mineral, así como a sus restricciones geomorfológicas y ecosistémicas.

#### *Unidades de integración o unidades de geopotencial*

Las unidades de integración o unidades de geopotencial representan unidades territoriales básicas que permiten la expresión de los elementos y procesos del territorio en términos comprensibles, y desempeñan una función importante como base integradora de los aspectos sectoriales, representan la desagregación del ámbito de estudio en porciones territoriales más pequeñas. Para el Departamento de Cundinamarca se definieron 20 unidades de geopotencial (Véase Mapa 8) delimitadas con base en las provincias geomorfológicas identificadas en el análisis del recurso geomorfológico. Su denominación se realizó considerando en lo posible accidentes geográficos que permitieran su fácil identificación. Las unidades de geopotencial definidas son las siguientes:

1. Unidad de geopotencial Páramo de Sumapaz–Cruz Verde.
2. Unidad de geopotencial Páramo del Neusa.
3. Unidad de geopotencial Páramo de Chingaza–Guasca.
4. Unidad de geopotencial Farallones de Medina.
5. Unidad de geopotencial cerros orientales de Bogotá.
6. Unidad de geopotencial altiplano de Guasca–Ubate.
7. Unidad de geopotencial Sabana de Bogotá.
8. Unidad de geopotencial franja occidental de Escarpes.
9. Unidad de geopotencial escarpes de la región del río Negro Oriental.
10. Unidad de geopotencial valles amplios de la región del río Negro (Yacopi–La Palma).
11. Unidad de geopotencial valles estrechos de la región Bituima–Guataquí.
12. Unidad de geopotencial valles amplios de la región del Tequendama.
13. Unidad de geopotencial sinclinal de Fusagasugá.
14. Unidad de geopotencial sinclinales de Guaduas–San Juan de río Seco.
15. Unidad de geopotencial valle del río Magdalena.
16. Unidad de geopotencial depósitos aluviales de la cuenca baja del río Bogotá.
17. Unidad de geopotencial mesetas disectadas de Fusagasugá y Tolemaida.
18. Unidad de geopotencial valle estrecho del río Negro Oriental.
19. Unidad de geopotencial valles de la región del Guavio.
20. Unidad de geopotencial piedemonte de Medina y Paratebueno.

### **Clasificación del geopotencial**

Una vez definido el potencial de cada uno de los recursos suelo, agua, mineral y las restricciones de tipo geomorfológico y ecosistémico, así como las unidades de integración, se procede a la evaluación del geopotencial en términos de la distribución de los aspectos evaluados en cada una de las unidades de geopotencial (Véase Figura 6). Esta distribución se realiza analizando para cada aspecto los diferentes rangos de potencial y su respectiva valoración según lo establecido en los Capítulos 3 y 4.

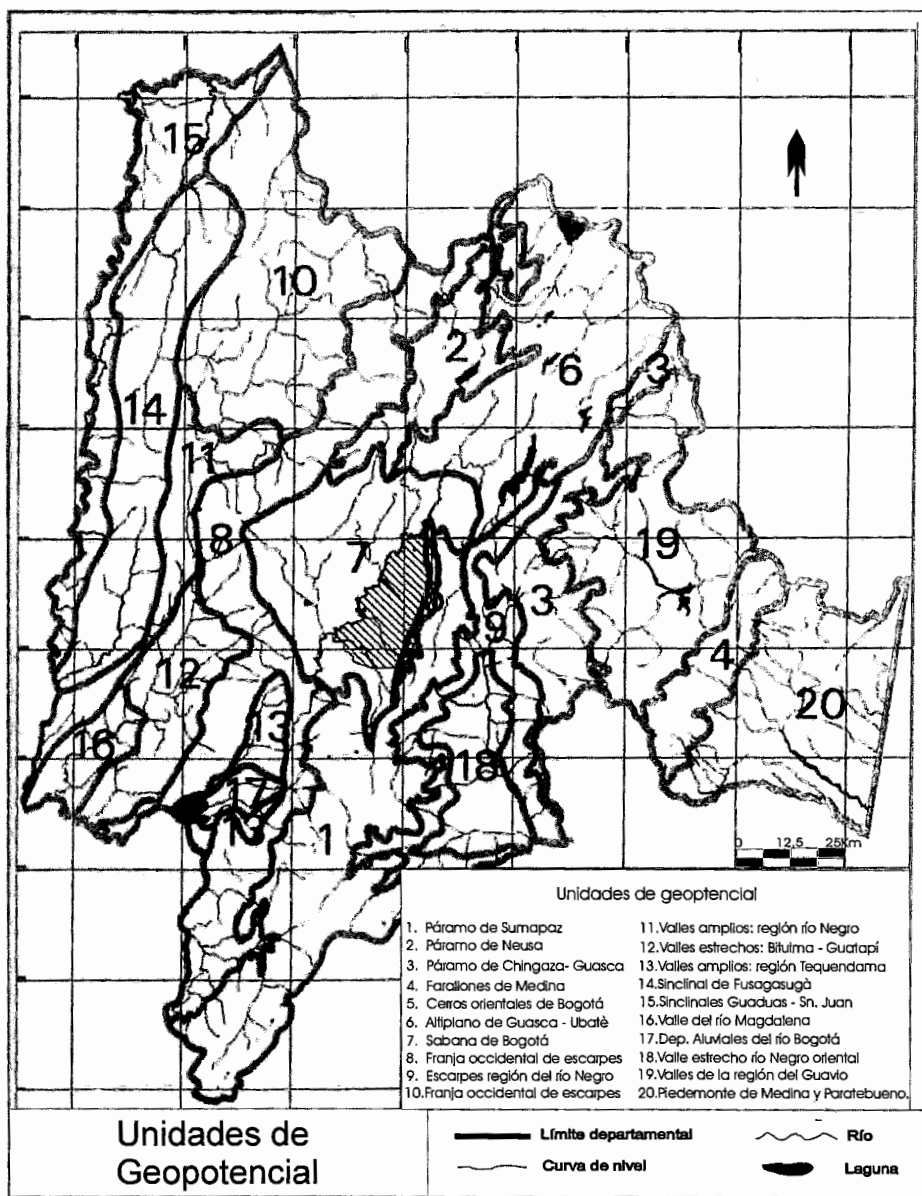
### **Determinación del neopotencial**

Después de evaluar el potencial de cada uno de los recursos geomorfológico, suelos, hídrico superficial y subterráneo, mineral y las restricciones por amenazas naturales y ecosistemas estratégicos; se procede con estos insumos a la elaboración del mapa de Geopotencial, en el cual se representan los potenciales más relevantes de cada recurso y las restricciones por amenazas naturales y ecosistemas estratégicos que ejercen una limitación importante respecto al aprovechamiento de dichos recursos.

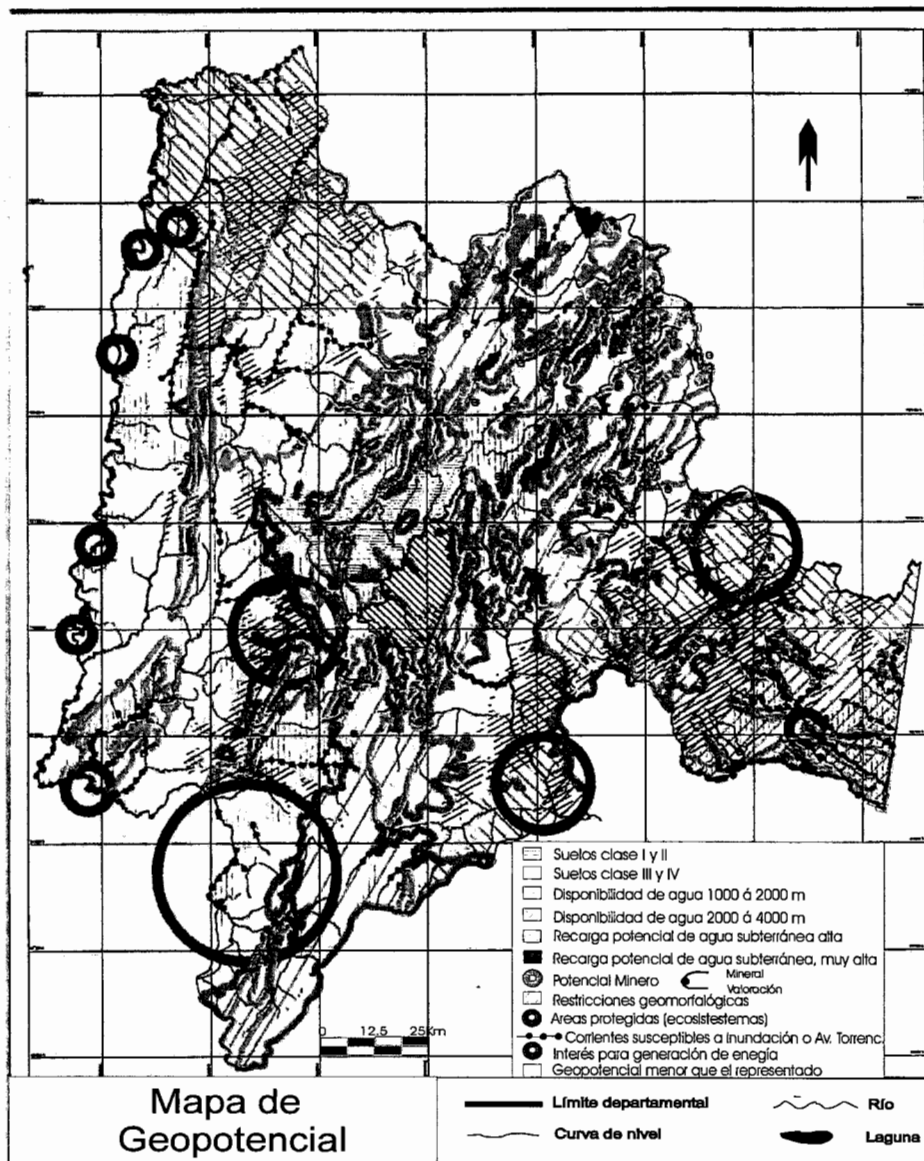
El mapa de geopotencial se obtiene a partir de la integración de los mapas de potencial de cada recurso y de los mapas de restricciones, utilizando como unidades de análisis las unidades de integración o de Geopotencial. En la Tabla 27, se presentan los criterios tenidos en cuenta para establecer en cada uno de los aspectos evaluados las áreas de mejor potencial, las cuales fueron incluidas en la elaboración del mapa de geopotencial del Departamento de Cundinamarca (Véase Mapa 9).

TABLA 27. Criterios para el establecimiento de las áreas con potencial relevante.

<b>ASPECTO EVALUADO</b>	<b>CRITERIO PARA SELECCIÓN DEL POTENCIAL MAS RELEVANTE</b> <b>Potencial alto y restricciones altas</b>
POTENCIAL DEL RECURSO SUELO	Clases Agrológicas I, II, III y IV
POTENCIAL DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	Disponibilidad hídrica alta (1.000 a 2.000 m.a) y muy alta (2.000 a 4.000 m.a.)
POTENCIAL DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	Áreas de recarga potencial media y alta
POTENCIAL DEL RECURSO MINERAL	Todas las áreas identificadas
POTENCIAL PARA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA	Todas las áreas identificadas
RESTRICCIONES GEOMORFOLOGICAS	Zonas con restricciones alta y muy alta
RESTRICCIONES ECO SISTEMICAS	Todas las áreas silvestres protegidas y de manejo especial



Mapa 8. Unidades de Geopotencial



Mapa 9. Mapa de Geopotencial

### 5.1.5 Capacidad de acogida del territorio

Con la valoración de cada recurso en las unidades de geopotencial, se procede a determinar la capacidad de acogida del territorio cundinamarqués. Para esta etapa del proceso se aplica una metodología específica considerando la Capacidad de Acogida como “el grado de compatibilidad del territorio y sus recursos naturales para soportar actividades”.

La explicación metodológica que determina la capacidad de acogida del territorio fue desarrollada en los Capítulos 3 y 4. En este estudio, se planteó un nuevo modelo semicuantitativo específico para determinar la capacidad de acogida del territorio del Departamento de Cundinamarca, basado en Velázquez y Viana, 1997 y Gómez Orea, 2002.

El modelo a implementar es un ejercicio que basado en un análisis sistemático arroja como resultado una matriz que relaciona las unidades de geopotencial con las actividades de uso del suelo en función de las características del potencial de los recursos y de la incidencia que estos tienen sobre el desarrollo de tales actividades (véase figura 17).

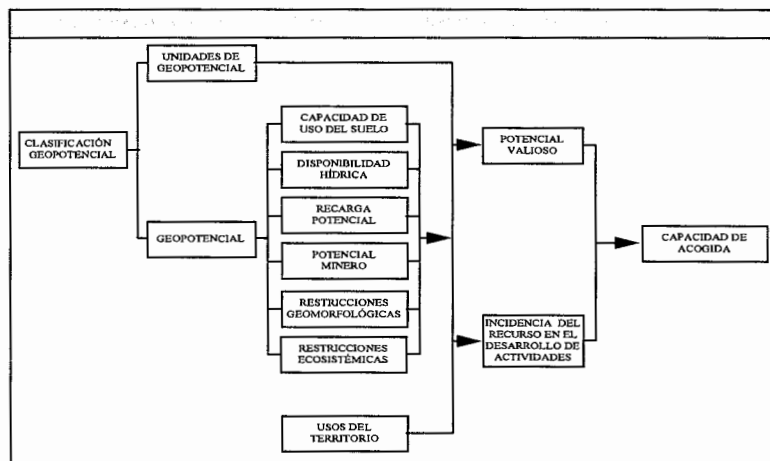


FIGURA 17. Esquema metodológico para la determinación de la capacidad de acogida.

Para aplicar este modelo es necesario contar con la descripción y conocimiento previo de las unidades de geopotencial y su respectiva valoración. El análisis se basa inicialmente en la aplicación de una matriz de doble entrada y salida en la que:

- Por un lado se da peso a cada uno de los aspectos evaluados en el geopotencial (suelo, agua superficial, agua subterránea, minerales, geomorfología, amenazas, restricciones ecosistémicas y geología) en función del nivel de importancia que estos tienen para que se desarrolle un uso posible del territorio. En la Tabla 28, se presentan los pesos asignados a cada aspecto evaluado, obtenidos con base en la consideración de su importancia para influenciar los usos alternativos propuestos. Para los aspectos que influyen de una manera positiva en el uso se les asignó de una manera subjetiva un valor entre cero y 10 con la condición de que para cada uso la sumatoria de los pesos en orden vertical nunca excediera de diez. Por otra parte, los aspectos que actúan como limitantes se calificaron de manera inversamente proporcional y la sumatoria de los pesos asignados varía entre 3, 5 y 7 (negativos), según la incidencia de la restricción en el uso.
- Por otro lado, de la matriz de calificación de geopotencial se obtiene para cada recurso y al interior de cada unidad de geopotencial la valoración del potencial predominante. En la Tabla 29 se presenta para cada aspecto evaluado el valor del potencial predominante.

Para determinar la matriz de capacidad de acogida del Departamento de Cundinamarca se procede a multiplicar matricialmente las Tablas 28 y 29.

Esta multiplicación se hace de modo que para obtener la capacidad de acogida de una unidad de geopotencial para un uso determinado, es necesario multiplicar cada peso de la Tabla 28 con los potenciales predominantes de cada recurso de la Tabla 29. La suma de estos valores arroja como resultado una tabla o matriz en donde la entrada por fila está ocupada por las unidades de geopotencial y la entrada por columnas corresponde a las actividades a ordenar y regular. Las casillas de cruce contienen la expresión en números de la capacidad de acogida del territorio. Estos números son agrupados en rangos que corresponden a diferentes niveles de capacidad de acogida, explicados en la sección 5.1.4.

TABLA 28. Valoración de la influencia de los aspectos evaluados en los usos del territorio.

RECURSO	USOS									
	AGRICOLA	PECUARIO	FORESTAL	MULTIPLE	ECOTURISMO	MINERO	INF. LINEAL	URBANO	APROV. AGUA	CONSERV.
SUELO	4	4	5	5	0	0	0	0	0	0
DISPONIBILIDAD HÍDRICA	2	2	3	3	0	2	0	4	8	0
RECARGA POTENCIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
CONDICIÓN GEOLOGICA	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0
ÍNDICE DE RELIEVE	0	-3	1	1	0	0	5	5	0	0
MINERAL	0	0	0	0	0	7	1	1	0	0
RESTRIC. ECOSISTÉMICAS	-3	-2	-2	-3	10	-7	-2	-2	0	6
GRADO DE ESTABILIDAD	-2	0	-1	1	-3	0	-3	-5	0	3
Incidencia positiva (sumatoria aspectos favorables)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Incidencia negativa (sumatoria aspectos limitantes)	5	5	3	3	3	7	5	7	8	—



TABLA 29. Valores del potencial predominante.

	UNIDAD DE GEOPOTENCIAL		ASPECTOS EVALUADOS				RESTRIC. ECOSISTEMICAS		GRADO DE ESTABILIDAD
	SUELO	DISPONIBILIDAD HÍDRICA	RECARGA POTENCIAL	CONDICIÓN GEOLOGICA	ÍNDICE DE RELIEVE	MINERO	RESTRIC. ECOSISTEMICAS	ESTABILIDAD	
1	1.4	4.0	5.0	4.0	6.5	7.4	9.1	8.2	
2	2.6	4.0	5.0	6.0	8.2	7.0	8.9	8.2	
3	2.6	4.0	5.0	4.0	8.2	6.3	9.1	8.2	
4	2.6	10.0	2.5	4.0	10.0	4.5	1.8	10.0	
5	1.4	4.0	5.0	8.0	4.9	7.4	3.2	8.2	
6	5.4	2.0	5.0	4.0	4.9	6.9	1.1	6.5	
7	7.8	2.0	2.5	8.0	1.7	5.5	0.5	6.5	
8	4.0	4.0	5.0	6.0	10.0	7.0	1.0	8.2	
9	2.6	8.0	2.5	4.0	10.0	6.3	0.8	8.2	
10	2.6	4.0	2.5	6.0	8.2	6.7	0.0	8.2	
11	2.6	4.0	2.5	6.0	8.2	6.7	0.5	8.2	
12	2.6	4.0	2.5	6.0	6.5	4.4	0.0	8.2	
13	5.4	4.0	2.5	4.0	8.2	7.4	0.1	8.2	
14	2.6	4.0	2.5	6.0	8.2	5.0	0.2	8.2	
15	2.6	8.0	5.0	4.0	1.7	0.0	0.0	6.5	
16	5.4	4.0	5.0	8.0	1.7	0.0	0.1	3.2	
17	5.4	4.0	2.5	8.0	8.2	7.4	0.0	8.2	
18	2.4	8.0	2.5	6.0	10.0	0.0	0.0	8.2	
19	2.6	4.0	2.5	6.0	10.0	7.4	1.4	8.2	
20	5.4	10.0	2.5	8.0	1.7	5.5	0.0	3.2	

### ***Identificación de los usos del territorio***

En la determinación de usos posibles del territorio se tuvieron en cuenta los usos típicos y potenciales que, según discusión interdisciplinaria e interinstitucional. La evaluación de la capacidad de acogida para el Departamento de Cundinamarca se realizó considerando los siguientes usos posibles: agrícola, pecuario, forestal, múltiple, ecoturismo, minero, infraestructura lineal, urbano, aprovechamiento de agua y conservación.

### ***Niveles de capacidad de acogida***

Para la clasificación de la capacidad de acogida del territorio se han determinado cinco niveles de acuerdo al grado de compatibilidad entre el geopotencial del territorio y las actividades económicas que se pretende realizar en él como la forma utilizada en los Capítulos 3 y 4. Para cada unidad de integración o de geopotencial se evalúa la tolerancia que presenta el territorio para soportar las diferentes actividades consideradas en el estudio. Los cinco niveles de clasificación de la capacidad de acogida del territorio aplicados en este estudio son:

***Muy alta (rango  $\geq 7$ ):*** Equivale a una capacidad de acogida vocacional o a una actividad considerada idónea.

***Alta (rango de 4 - 6.9):*** Equivale a una capacidad de acogida compatible o a una actividad considerada como aceptable.

***Media (rango de 1 - 3.9):*** Equivale a una capacidad de acogida compatible limitada o a una actividad considerada como posible, siempre y cuando satisfaga alguna condición especial o un prerrequisito. Por ejemplo, la necesidad de un estudio de impacto ambiental previo a la ejecución de una determinada actividad.

***Baja (rango de 0.9 - -2):*** Equivale a una capacidad de acogida incompatible o a una actividad no admisible.

***Muy baja (rango  $\leq - 2$ ):*** Equivale a la exclusión de la capacidad de acogida o a una actividad inaceptable bajo cualquier circunstancia.

### ***Capacidad de acogida del territorio del Departamento de Cundinamarca***

En la determinación de la capacidad de acogida del territorio son aplicables varias alternativas dependiendo del rigor que se adopte y de las demandas sociales en un determinado tiempo y lugar. No es fácil atribuir a cada unidad de geopotencial la actividad para la cual tiene mayor vocación, pues en una misma unidad puede existir un punto de capacidad de acogida alta y otro de capacidad de acogida baja.

La Tabla 30 y el Mapa 10 muestran la capacidad de acogida del territorio del Departamento de Cundinamarca para las diferentes unidades de geopotencial que se evaluaron.

Es importante establecer las exclusiones de uso del territorio que no hacen parte de la capacidad de acogida, para ello se recurrió a una discusión interdisciplinaria e interinstitucional previa la cual generó un acuerdo sobre los sitios de exclusión de uso para el territorio del Departamento de Cundinamarca. Los sitios de exclusión son:

- Lagos, lagunas, humedales y afines.
- Áreas protegidas, reguladas por ley.
- Núcleo urbano principal y centros poblados.

Los resultados de la capacidad de acogida se presentan en la Tabla 30, en la cual se observa la permisibilidad de usos principales en las diferentes unidades de geopotencial establecidas para el Departamento de Cundinamarca. La capacidad de acogida por usos, en términos generales, arroja los siguientes resultados:

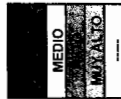
Las unidades de geopotencial que presentan mayor capacidad de acogida para diferentes usos son la Sabana de Bogotá, la Llanura aluvial del valle bajo del Río Bogotá y el Pie de monte de Medina y Paratebueno.

Entre las unidades de geopotencial que presentan capacidad de uso destacable para ser aprovechada en usos de expansión específicos como infraestructura lineal y uso urbano se encuentran la Sabana de Bogotá, el valle del Río Magdalena, la llanura aluvial del río Bogotá, la meseta disectada de Fusagasugá y Tolemaida y el Piedemonte de Medina y Paratebueno.

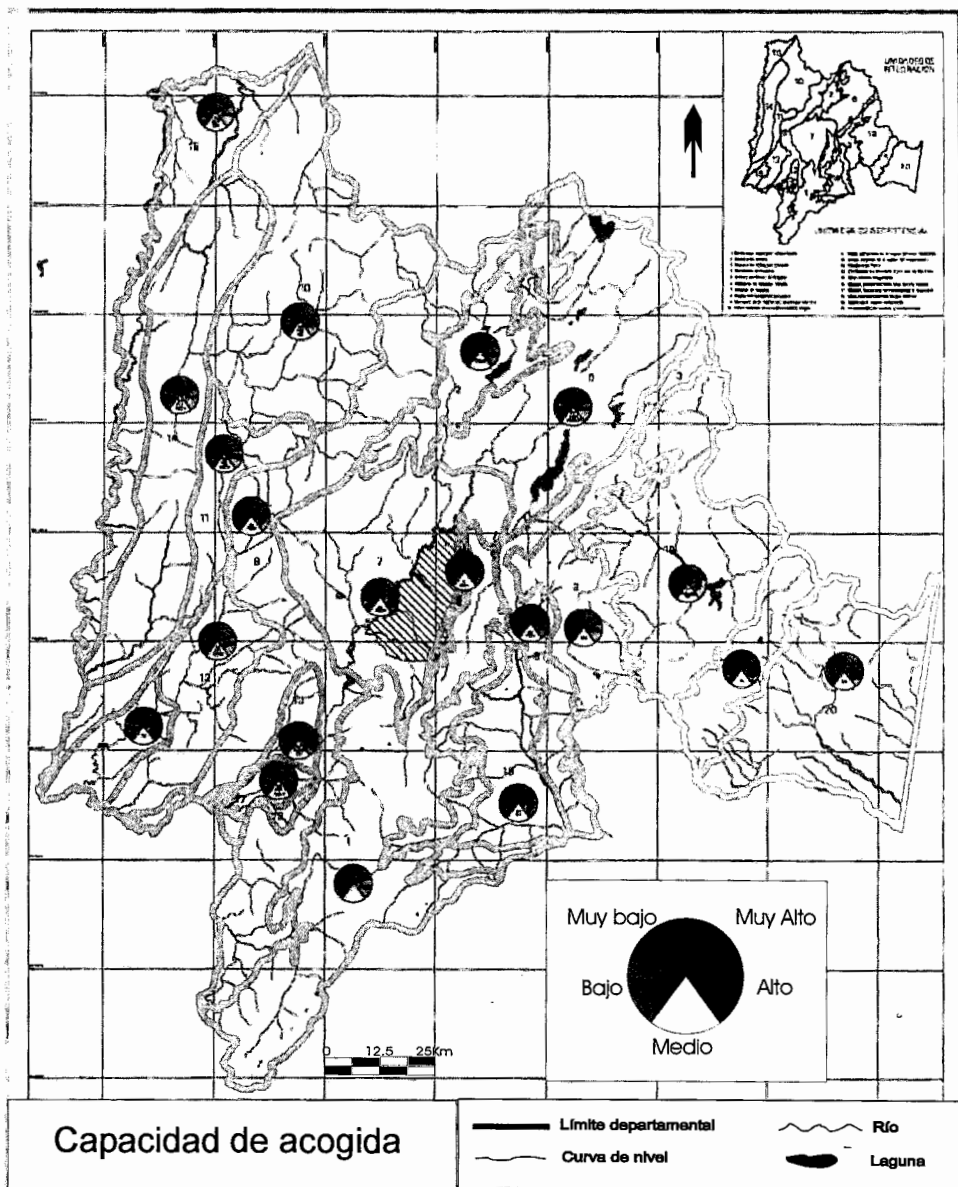
Las unidades de geopotencial que presentan una muy alta capacidad de acogida para preservación son los páramos de Sumapaz–Cruz Verde, Neusa–San Cayetano y Chingaza–Guasca. Por su parte las unidades de geopotencial farallones de Medina y cerros orientales de Bogotá, tienen una capacidad de acogida alta para preservación.

TABLA 30. Matriz de capacidad de acogida.

UNIDAD DE GEOPOTENCIAL	USOS							URBANO	APROV. AGUA	CONSERV.
	AGRICOLA	PECUARIO	FORESTAL	MULTIPLE	ECOTURISMO	MINERO	INF. LINEAL			
1 Páramo de Sumapaz - Cruz Verde				1.0	1.5					
2 Páramo de Neusa					1.4					
3 Páramo de Chingaza Guasca										
4 Ferrallones de Medina	1.5						3.4			
5 Cerros orientales de Bogotá				1.1	2.3		2.7			
6 Altiplano de Guasca - Ubaté	3.1	3.0	3.5					2.2	2.6	3.1
7 Sabana de Bogotá									2.1	2.5
8 Franja occidental de Escarpes	2.1		3.6							3.5
9 Escarpes de la región del Río Negro oriental	1.0		2.8							3.4
10 Valles amplios de la región del Río Negro (Yacopi - La Palma)	2.0	1.2					1.5			2.7
11 Valles estrechos de la región Bituina - Guataquí	1.1		2.7				1.4		3.7	3.0
12 Valles amplios de la región del Tequendama	1.2		2.6				2.1		3.7	2.7
13 Sincinal de Fusagasugá	3.5	2.6							3.7	2.7
14 Sincinales de Guaduas San Juan de Río Seco	1.2		2.7				1.3		3.7	2.8
15 Valles del Río Magdalena	2.4	3.2	3.5				3.8			2.5
16 Llanura aluvial del valle bajo del Río Bogotá										1.5
17 Meseta disectada de Fusagasugá y Tolimaida	3.5	2.7					2.4		3.7	2.7
18 Valle estrecho del Río Negro oriental										2.7
19 Valles de la región del Guavio	1.9		2.7		3.9				3.7	3.5
20 Piedemonte de Medina y Paratubueno										1.2



< -2  
 -2-0.9  
 1-3.9  
 4-6.9  
 >= 7  
 No aplica



Mapa 10. Mapa de Capacidad de Acogida

En capacidad de acogida media se encuentran varias unidades de geopotencial entre las que se destacan los farallones de Medina y Paratebueno, los valles amplios de la región del Río Negro, el sinclinal de Fusagasugá, el valle del Río Magdalena, la meseta disectada de Fusagasugá y Tolomaida y el valle estrecho del Río Negro Oriental.

Las demás unidades de geopotencial tienen variedad en la capacidad de acogida para diversos usos que a grandes rasgos varía entre bajo y medio.

Una vez definida la capacidad de uso del territorio en el Departamento de Cundinamarca, se procede con este insumo a determinar los escenarios posibles de uso del territorio con su correspondiente mapa de ordenamiento por categorías, como se trata en el capítulo cinco del presente estudio.

#### **5.1.6 Escenarios de uso del territorio**

Los escenarios de uso del territorio constituyen una herramienta para los análisis prospectivos que contribuyen a orientar las decisiones en torno al futuro del uso del territorio del Departamento de Cundinamarca. Para abordar los posibles usos del territorio es importante tener presente lo explicado en el Capítulo 3.

##### **5.1.6.1 Prospectiva territorial**

Un escenario es un conjunto formado por la descripción de una situación futura y la progresión de los acontecimientos que permiten pasar de la situación de origen a la situación futura con criterios coherentes.

Los escenarios en general pueden ser posibles (futuribles), es decir, todos aquellos factibles de presentarse en una sucesión lógica de acontecimientos, y probables (futurables), es decir, aquellos que tienen mayor probabilidad de suceder.

En la construcción de escenarios se pueden asumir dos visiones una exploratoria, la cual es tendencial y va del presente al futuro; la otra anticipatoria, que es imaginativa y va del futuro al presente. Tanto los escenarios posibles como los probables pueden ser:

- *Exploratorios*: Son los escenarios en los que se diseña un futuro a partir de situaciones pasadas, presentes y tendenciales y hacen las veces de proyecciones o extrapolaciones de las situaciones actuales hacia el futuro.

- *Referenciales*: son los escenarios más probables, resultado de la extrapolación del presente y la interpolación del futuro, evolucionando hacia una situación específica.

En la elaboración de los escenarios para el territorio del Departamento de Cundinamarca se utilizó el siguiente procedimiento:

- Establecimiento de las dimensiones claves de los escenarios con sus respectivas variables: Se trata del geopotencial que involucra las posibilidades de uso de los recursos del medio físico.
- Estructuración de escenarios, elaborados a partir de hipótesis: Uso conservacionista, uso desarrollista, uso sostenible del territorio.
- Descripción de la evolución y de los caminos a recorrer entre la situación actual y el horizonte elegido posteriormente en consenso con los actores sociales del departamento.

De esta forma se obtiene una serie de productos concretos en la fase prospectiva, que son escenarios de utilización y ocupación del territorio. El proceso de diseño de alternativas de utilización del espacio se hace a través de una matriz de decisiones en la que, por un lado, entra la capacidad de acogida del territorio (determinada en el capítulo anterior) y por otro, las demandas de la población según las actividades de uso del territorio. De acuerdo a ello, los componentes del análisis tendientes al diseño de escenarios son:

- *La capacidad de acogida del territorio*. Expresada en términos de la posibilidad de acoger diferentes actividades y en función del potencial del medio físico o geopotencial analizado para cada unidad de geopotencial.
- *Los objetivos de desarrollo integral del departamento*. Expresados en el tipo de actividades productivas a impulsar en el territorio y que dependen de la visión que en un momento determinado tengan los actores sociales y los tomadores de decisiones sobre el futuro del territorio.
- *La demanda*. Expresada por una parte, en la cantidad de personas demandantes de bienes y servicios derivados del aprovechamiento del medio físico y por otra, en la demanda que sobre los recursos ejerce la población sobre el territorio y que se refleja en los usos actuales del suelo.

### *Demanda poblacional.*

Aunque en este trabajo a partir del análisis del medio físico se dan herramientas para realizar el ordenamiento territorial, se considera importante incluir por lo menos un análisis preliminar de los aspectos del medio antrópico que juega un papel en la determinación de un modelo territorial a alcanzar.

Una de las variables es la cantidad de población, expresada en la densidad de habitantes por área. Esta variable esclarece un poco más el camino a seguir en la selección del escenario deseado ya que muestra la tendencia de crecimiento de la población y por lo tanto, las necesidades de bienes y servicios requeridas para ser consumidas por el ser humano.

Es importante anotar que el análisis realizado se enfoca principalmente hacia una visión del posible comportamiento futuro de la densidad poblacional en el Departamento de Cundinamarca para dar indicios de la ubicación futura de la demanda de bienes y servicios. Por lo tanto se debe considerar como un elemento que se debe integrar con los insumos aportados sobre el medio físico y sobre otros aspectos relevantes en el momento de definir el ordenamiento del territorio.

De esta forma se da inicio a un análisis de demanda que en términos generales debe contener las proyecciones de las cantidades de recursos necesarias a consumir por los diferentes grupos de población para satisfacer una demanda. Dicha demanda está integrada por una serie de elementos derivados del medio físico y que son transformados en diferentes niveles para dar origen a los bienes necesarios por la población, empezando por la alimentación, pasando por la infraestructura habitacional y de servicios hasta llegar a un conjunto complejo de elementos que tienen como fin la satisfacción y la buena calidad de vida de la población.

La variable densidad poblacional está estrechamente relacionada con la intensidad de usos de los recursos del medio físico. Esta intensidad crece a medida que aumenta el consumo de bienes. En las actuales condiciones del país la tendencia al desarrollo de los sectores productivos induce a un crecimiento continuo de la demanda por parte de la población; en este sentido es básico determinar donde se encuentra ubicada espacialmente la masa poblacional consumidora de bienes.

En el caso particular del Departamento de Cundinamarca la proyección de la densidad de población futura, muestra cuatro niveles básicos de crecimiento de la población.

En el primer nivel se señala una densidad de población muy alta (mayor de 20.000 habitantes por km<sup>2</sup>) que corresponde a una demanda de bienes y servicios muy alta ubicada en el Distrito Capital de Bogotá, en donde se concentra la mayor proporción de la población del país y del Departamento de Cundinamarca.



En el segundo nivel se ubica una densidad de población alta (entre 200 y 300 habitantes por km<sup>2</sup>) que corresponde a una demanda de bienes y servicios alta, pero en diferentes grados en su interior, es decir, en unos municipios es mas o menos alta que en otros. Este nivel se ubica principalmente en la región que incluye a la mayoría de los municipios de la Sabana de Bogotá.

En el tercer nivel se ubica una densidad de población media (entre 100 y 200 habitantes por km<sup>2</sup>) que corresponde a una demanda de bienes y servicios media en diferentes grados y que está ubicada en los alrededores de la Sabana de Bogotá. En este nivel se incluyen algunos municipios que por su característica de zonas turísticas, agrupan un buen número de población flotante por períodos cortos.

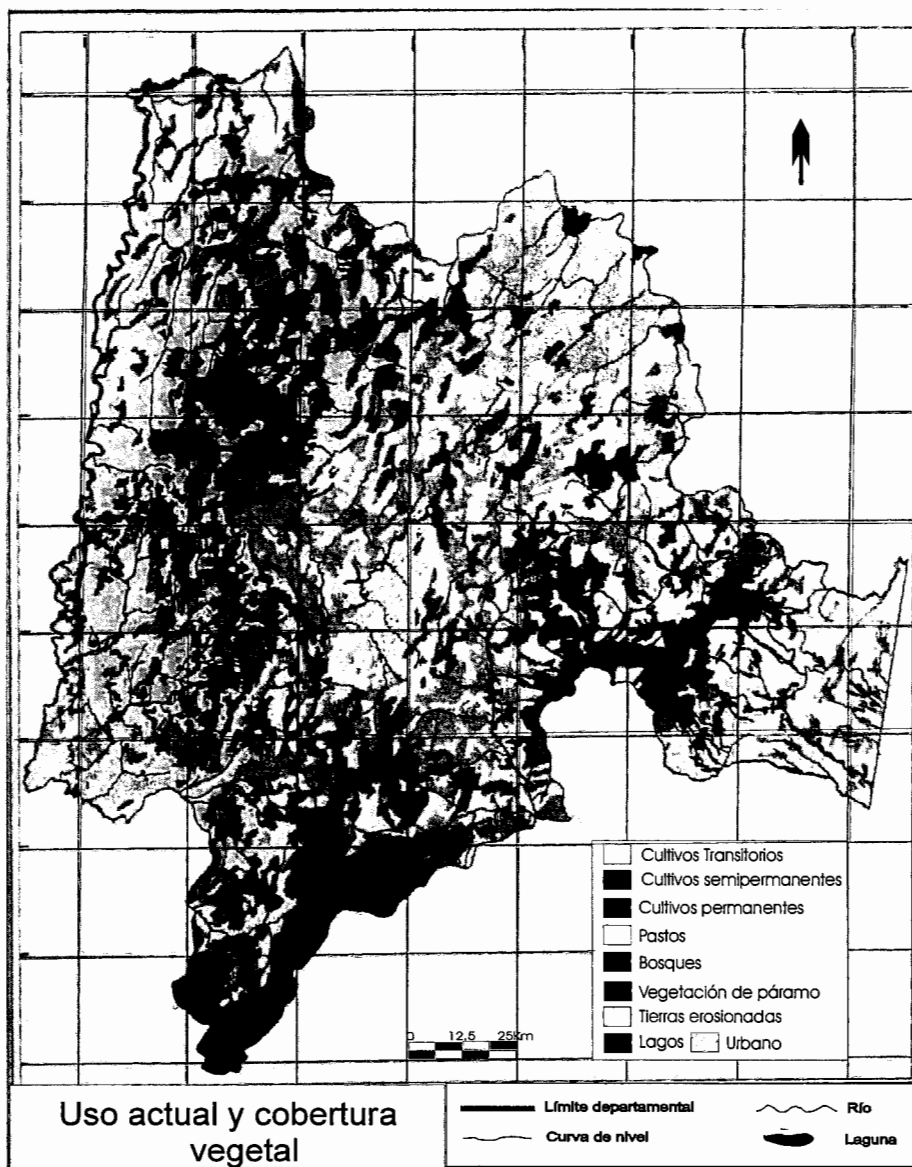
En el cuarto y último nivel se ubica una densidad de población baja (entre 50 y 100 habitantes por km<sup>2</sup>) que corresponde a una demanda de bienes y servicios baja y que está ubicada principalmente en los extremos del Departamento de Cundinamarca.

La consideración de estos cuatro niveles de demanda poblacional son básicos para el objetivo del ordenamiento del territorio, ya que muestran los posibles grados de uso y aprovechamiento directo e indirecto de los recursos del medio físico y enfoca los lineamientos de planificación del territorio en los lugares en donde es más relevante el uso y ocupación del medio físico.

Finalmente, un escenario deseable puede ser aquel que minimice los efectos causados sobre el medio ambiente e incremente el nivel de vida de los ciudadanos mediante un conjunto de intervenciones estratégicas, orientadas y coordinadas por los objetivos planteados en un plan de ordenamiento territorial departamental o municipal.

### ***Uso actual y conflictos de uso del suelo.***

El uso actual del suelo refleja la demanda de los recursos que proporciona el suelo y su explotación corresponde a las necesidades que requiere satisfacer una población determinada (Véase Mapa 11). La superposición de la información del mapa de uso actual del suelo con la del mapa de capacidad de uso o uso potencial del suelo permite conocer los conflictos existentes entre la oferta del recurso suelo y su demanda en términos de la definición de las áreas que tienen un manejo adecuado, inadecuado o son subutilizadas.



Mapa 11. Mapa de Uso actual y cobertura vegetal

El Mapa 12 presenta los conflictos de uso del suelo. Su análisis indica que los suelos del Departamento de Cundinamarca están siendo utilizados en su mayor parte de una manera que no corresponde con la aptitud del mismo. En este sentido, los resultados muestran que únicamente el 57% de los suelos son utilizados de una manera adecuada, el 35% son utilizados de forma inadecuada y el 8% son subutilizados.

Los mapas de uso actual y de conflictos pueden ser utilizados como indicativos de un análisis preliminar de la dualidad oferta–demanda del territorio y por consiguiente son de gran importancia como insumo en la determinación de los escenarios de uso del territorio. Es a partir del análisis de estos dos mapas como se pueden establecer algunos criterios para la determinación de los escenarios de uso del territorio. Por ejemplo, tomando como referencia el uso actual se pueden establecer las áreas relictuales de bosques que requieren ser conservadas y protegidas en el modelo territorial que se pretende alcanzar.

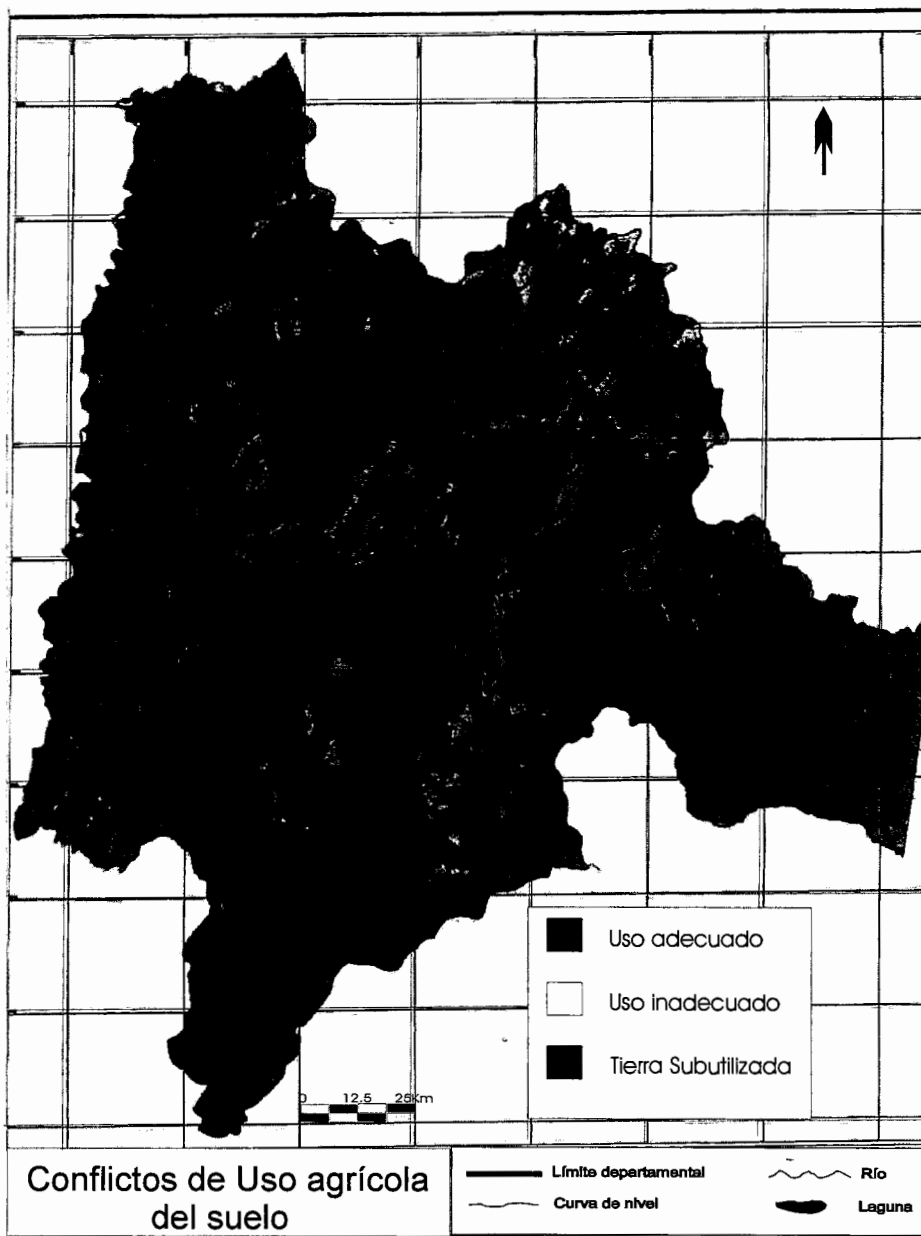
Por otra parte, el mapa de conflictos da pautas para establecer las áreas que deben conservar el uso actual por ser compatibles con la aptitud del suelo. Este mapa además, permite orientar la selección de la categoría de ordenamiento a implementar en aquellas zonas que actualmente tienen un uso inadecuado o son subutilizadas.

#### 5.1.6.2 Planificación territorial

La planificación territorial se concibe aquí como la última parte del proceso metodológico en el caso "Bases Físicas para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Cundinamarca". Consiste básicamente en diseñar en función del conocimiento del geopotencial, un modelo territorial o imagen objetivo de largo plazo, que garantice a partir de la consideración del medio físico el uso adecuado y sostenible del territorio y sus recursos. Se desarrolla en dos fases bien marcadas: la definición de un sistema de objetivos y la definición de un modelo territorial a alcanzar.

#### 5.1.6.3 Escenarios de uso del territorio para el Departamento de Cundinamarca

A partir del análisis del medio físico del Departamento de Cundinamarca, enfocado hacia el conocimiento del potencial y el uso actual de los recursos suelo, agua y minero, se plantean varias alternativas de ordenamiento de uso del territorio. Estas alternativas son desarrollables en el corto, mediano y largo plazo y en el futuro próximo deben ser complementadas con el análisis de los componentes biótico y socioeconómico, para garantizar el desarrollo integral del departamento.



**Conflictos de Uso agrícola  
del suelo**

— Límite departamental  
 ~~~~~ Curva de nivel

~~~~~ Río  
 ● Laguna

Mapa 12. Conflictos de Uso agrícola del suelo

Uno de los objetivos del presente proyecto es plantear a partir de la consideración del medio físico varias alternativas de ordenamiento del territorio que orienten el desarrollo sostenible del departamento a través de una propuesta de usos que tengan en cuenta la vocación y capacidad de acogida del territorio. Dada la problemática ambiental actual del Departamento de Cundinamarca los escenarios son de gran importancia para establecer diferencias entre las tendencias de planificación que pueden estar enfocadas hacia el conservacionismo, el desarrollismo o el uso sostenible, entre otras posibilidades, y la incidencia sobre el territorio de cada una de ellas.

Los escenarios propuestos son tres alternativas de uso del territorio elaborados a partir de la consideración del geopotencial y la capacidad de acogida del territorio. El conocimiento de estos dos aspectos representa el logro más importante de esta investigación y es a partir de ellos como se establecen los criterios para construir, de acuerdo a las características del medio físico, escenarios alternativos que buscan el desarrollo del departamento.

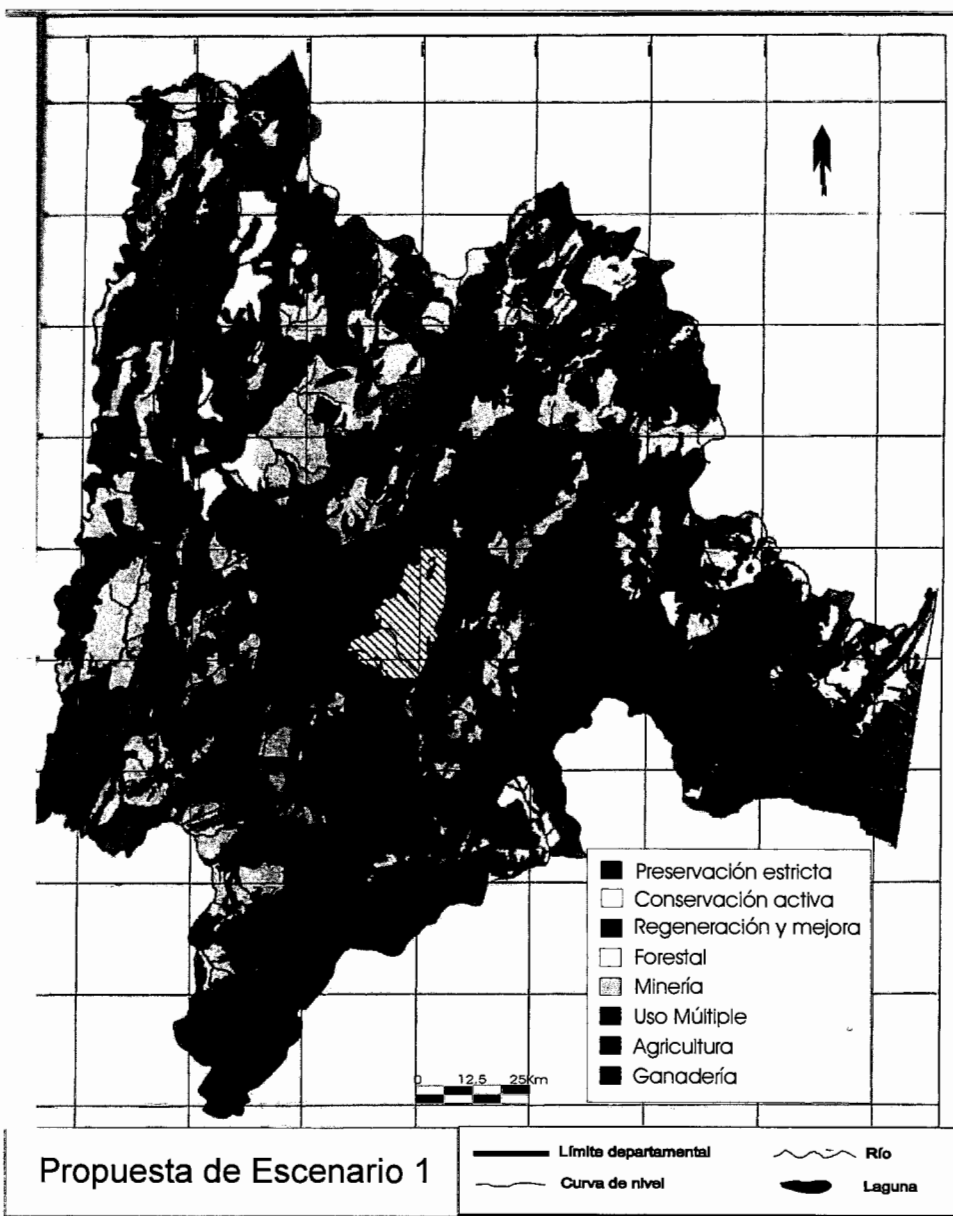
El análisis del geopotencial y de la capacidad de acogida permite la elaboración de tantos escenarios como considere el planificador, según las tendencias hacia las que desee inducir el desarrollo del departamento. Por esta razón los tres escenarios propuestos representan tres ejercicios hechos por el equipo de trabajo que participó en el proyecto y en ningún momento se deben considerar como propuestas definitivas.

En la Tabla 4 ya se había dado la ilustración y los criterios tenidos en cuenta en la construcción de las tres propuestas de escenarios. En cada una de ellas se establece un orden jerárquico en las categorías de ordenamiento, en función de una posible tendencia que se quisiera establecer para lograr un modelo territorial determinado. A cada una de las categorías se vinculan las zonas que tienen capacidad de acogida permisible con los requerimientos de esa categoría.

A continuación se describen las tres propuestas de escenarios con sus elementos más importantes, con su correspondiente matriz y mapa de ordenamiento desde el punto de vista de la consideración del medio físico.

### ***Escenario 1.***

Considera como criterio más importante de ordenamiento territorial la protección y conservación de la naturaleza como elemento básico para garantizar la supervivencia del ser humano. Es un escenario en el que prevalece la protección y conservación sobre la explotación del territorio con fines productivos. (Véase Mapa 13).



Mapa 13. Propuesta de Escenario 1

### **Escenario 2.**

Considera como criterio mas importante de ordenamiento territorial el desarrollo de todas las actividades productivas posibles con fines económicos, dejando a un lado el criterio conservacionista. Es un escenario donde prevalece la explotación de los recursos para lograr un crecimiento económico por encima de la conservación estricta. (Véase Mapa 14).

### **Escenario 3.**

Es un posible escenario intermedio entre el conservacionista y el desarrollista. Por un lado tiene en cuenta el crecimiento económico, y por otro la conservación de los recursos naturales para garantizar un mejor nivel de vida a las generaciones actuales y futuras. Su perspectiva se desarrolla a través del corto mediano y largo plazo, en donde poco a poco se van organizando las actividades de uso del territorio de forma tal que satisfaga las necesidades de la población y al mismo tiempo se considere la necesidad de un equilibrio con las actividades de conservación del medio natural (Véase Mapa 15).

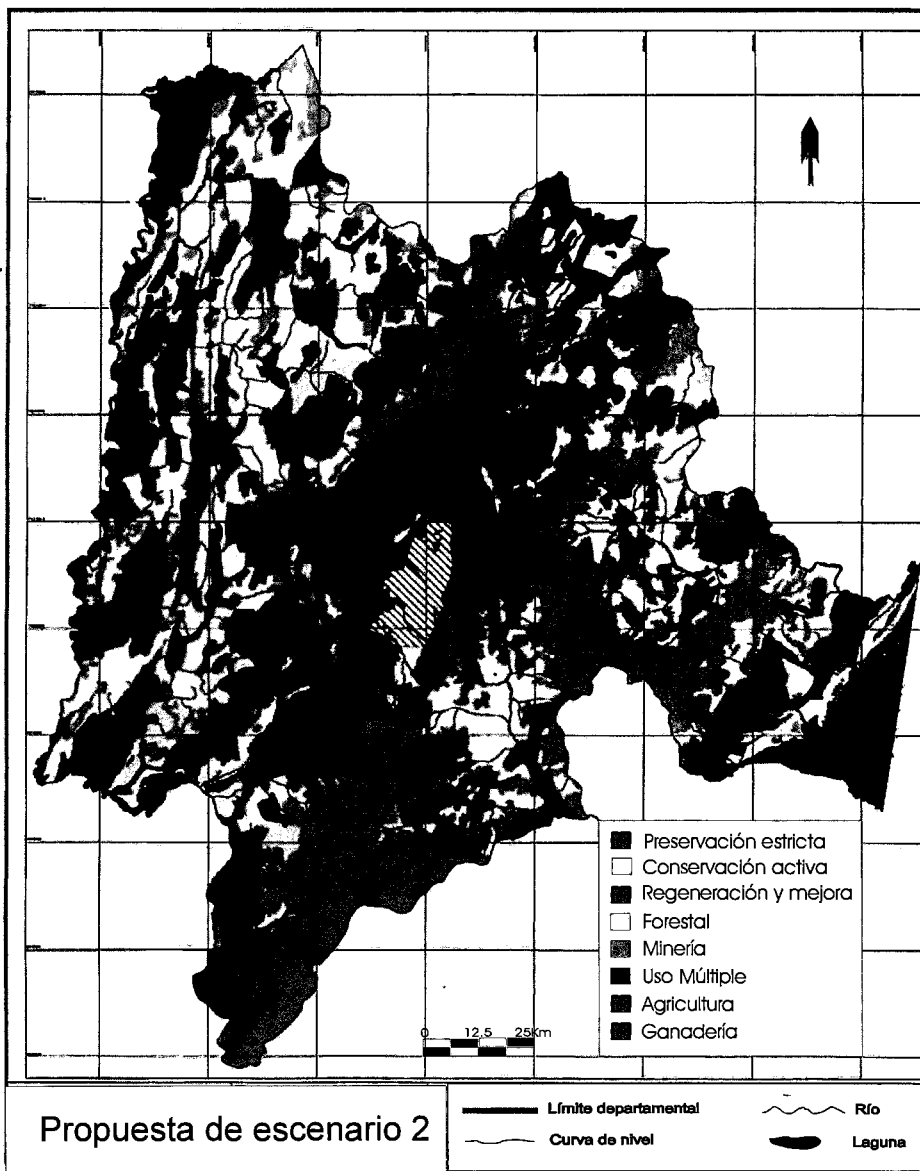
#### **5.1.7 Conclusiones**

En Cundinamarca se encuentran una serie de recursos básicos que son aprovechados para satisfacer las necesidades económicas y sociales de la población. Estos recursos presentan un potencial y unas restricciones de uso que se deben evaluar para determinar la oferta del medio físico o geopotencial.

Para la determinación del geopotencial del Departamento de Cundinamarca se evaluaron los recursos geomorfológico, suelo, hídrico (superficial y subterráneo) y mineral, así como las restricciones de tipo geomorfológico (amenazas naturales) y ecosistémicas.

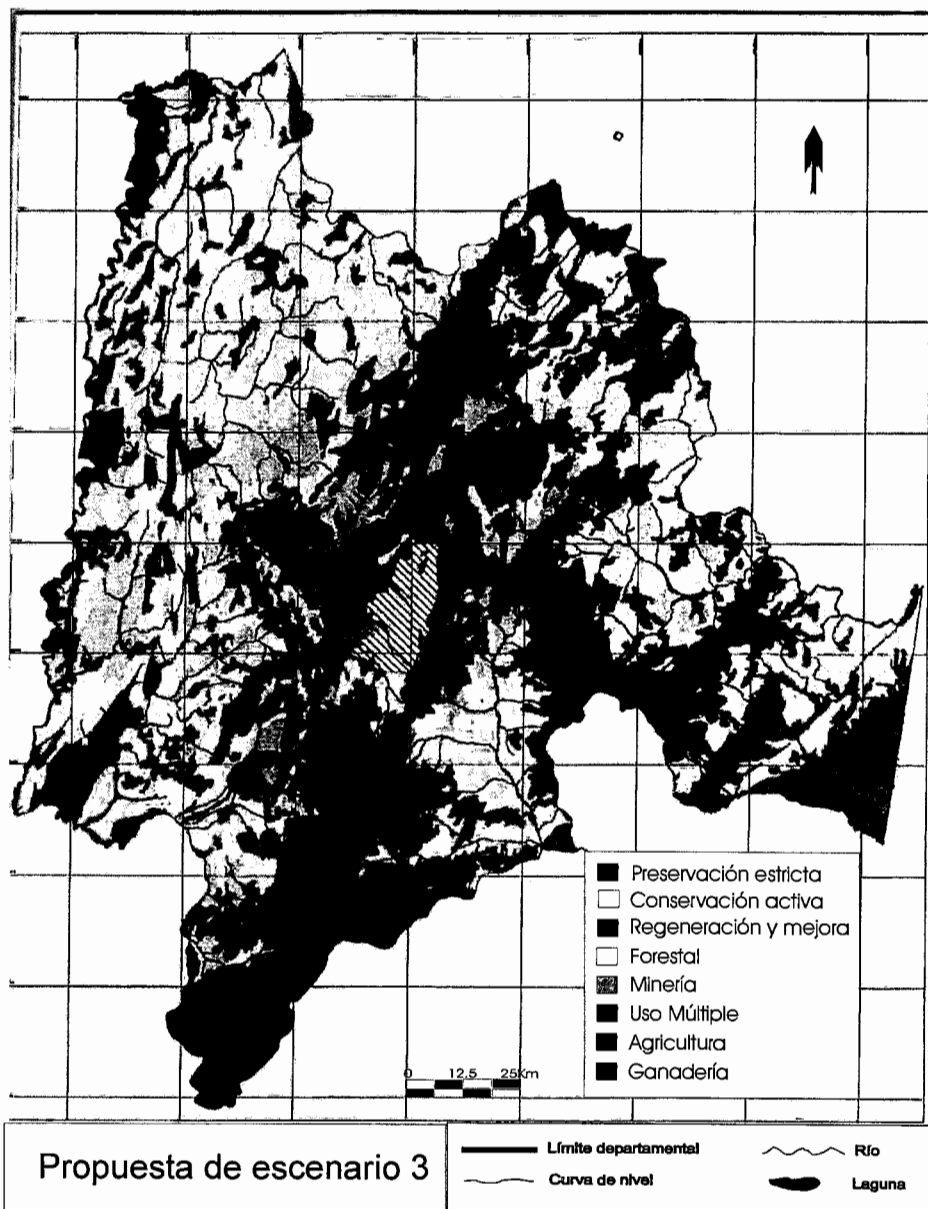
En cuanto a los fenómenos de inestabilidad, en Cundinamarca se ha identificado el predominio de áreas con susceptibilidad media que se distribuyen de una manera continua y homogénea en el territorio.

El territorio cundinamarqués cuenta con áreas extensas catalogadas como de alta y muy alta sensibilidad ecosistémica. Así como en su momento ha sido de utilidad para la Gobernación de Cundinamarca la división del departamento por provincias regionales administrativas, en este proyecto se presenta una nueva división del territorio a partir del análisis del medio físico que permite estructurar 20 unidades de integración o de geopotencial como representación de unidades territoriales básicas que facilitan la expresión de los elementos y procesos del medio físico en términos técnicos comprensibles y operativos.



Mapa 14. Propuesta de Escenario 2





Mapa 15. Propuesta de Escenario 3

Por medio de la valoración de la capacidad de acogida del territorio se estableció para cada unidad de geopotencial, a partir de la evaluación de los diferentes aspectos del medio físico considerados en la investigación, el grado de compatibilidad que tiene el territorio para soportar las actividades que en él se realizan o pretenden desarrollar.

La determinación de la capacidad de acogida del Departamento de Cundinamarca es una herramienta de planificación que origina la posibilidad de plantear varias alternativas o escenarios de uso del territorio que tienen como fin el desarrollo del departamento. Entre estas alternativas se plantearon tres propuestas de escenarios futuros de ordenamiento del territorio por categorías de manejo. Cada escenario tiene sus propias características, sus ventajas y desventajas y más que nada presenta la necesidad de ser confrontado y discutido a la luz de las posibilidades actuales y futuras del territorio cundinamarqués.

Finalmente, los resultados de este estudio: mapa de geopotencial, mapa de capacidad de acogida y método para estructuración de escenarios de uso del territorio, facilitan la visión global para el ordenamiento territorial en el departamento.

La herramienta, la información y los resultados obtenidos sirven para la toma de decisiones sobre acciones necesarias para el desarrollo sostenible del departamento.

## 5.2 BASES PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE LA PEÑA

Dadas las condiciones políticas, económicas y ambientales del municipio de La Peña se planteó la necesidad de investigar y proponer una herramienta que le permitiese orientar los procesos de ocupación del suelo, del crecimiento socio-económico y el aprovechamiento nacional de los recursos nacionales dentro de un contexto de desarrollo sostenible y las directrices de las leyes y regulaciones.

Bajo este contexto, se enfatizó la importancia de incluir la dimensión ambiental como elemento que estructura la relación territorio-población ya que tradicionalmente esta se ha dejado de lado en los procesos de planificación.

Como resultado se obtuvo un documento que contiene los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología propuesta al estudio de caso en el municipio de La Peña, Cundinamarca.

### 5.2.1 Antecedentes, objetivos y localización de la zona de estudio

El Municipio de La Peña está ubicado al Noroeste del Departamento de Cundinamarca, en las estribaciones occidentales de la cordillera oriental –vertiente del río Magdalena–, dentro de la provincia de Gualivá, a 140 km de Bogotá D.C. Su área Municipal es de 136 Km<sup>2</sup> distribuida entre los 736 y 1.860 msnm. (Véase Figura 18).

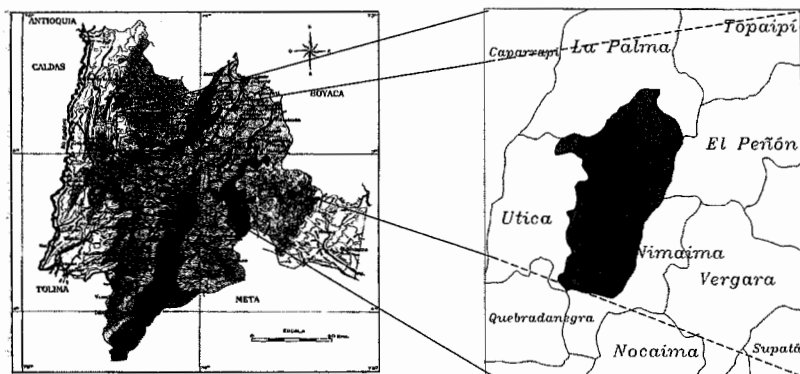


Figura 18. Localización del Municipio de La Peña

El Municipio de La Peña hace parte de las 115 entidades territoriales del Departamento de Cundinamarca. Pertenecen a la Subregión Natural Río Magdalena, por encontrarse en la cuenca del Río Negro, una de sus cuencas tributarias, junto con 22 municipios, el 20% del Departamento. (Véase Figura 19).

La subregión en la que se encuentra el municipio de La Peña presenta diversas características antrópicas como:

- Producción de caña de azúcar.
- Dependencia administrativa política y ambiental de distintos municipios.
- Presencia de grupos armados por fuera de la ley.

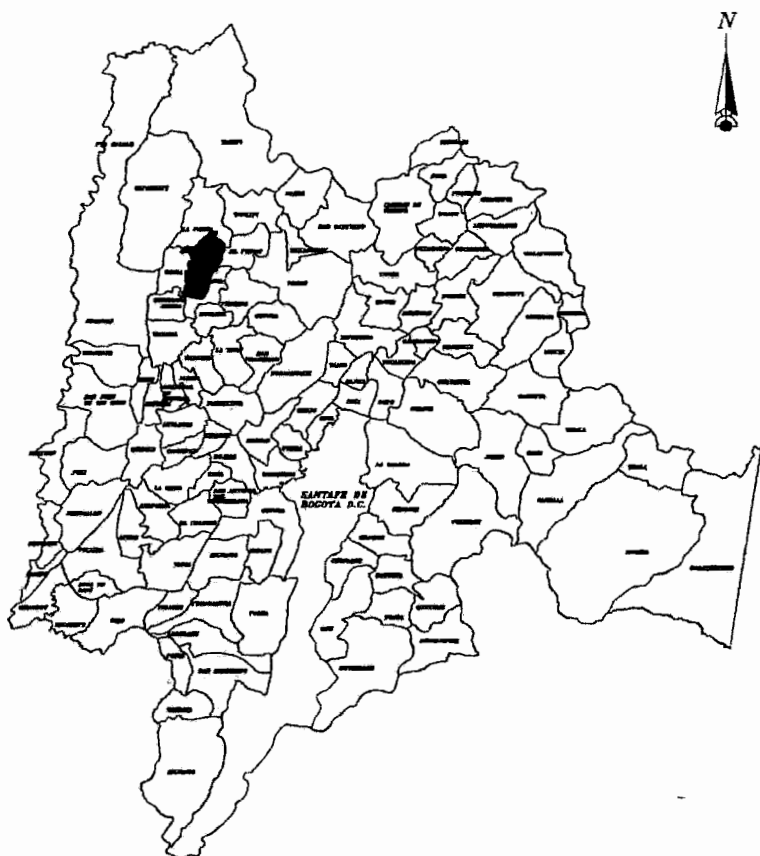


Figura 19. Municipios de Cundinamarca y la ubicación del municipio de La Peña.

## **5.2.2 Diagnóstico del municipio de La Peña**

El diagnóstico se realiza considerando los tres niveles de acercamiento o fases propuestas en la metodología, es decir, inicialmente se presenta una descripción de los aspectos más importantes de cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes que integran el territorio; posteriormente se evalúan las potencialidades y restricciones, se determina la capacidad de acogida y se identifica la demanda, para finalmente establecer los principales conflictos que se presentan en el territorio a causa de la interacción hombre-naturaleza.

### **5.2.2.1 Fase descriptiva**

La descripción de los aspectos que componen el sistema territorial se presenta inicialmente para el sistema natural y sus subsistemas físico y biótico. Posteriormente se describen las características más importantes relacionadas al sistema antrópico y sus subsistemas social y económico.

#### **El sistema natural**

El sistema natural comprende los procesos y materiales de composición abiótica y biótica, es decir, las rocas, el suelo, el agua y los recursos minerales. Para facilitar su comprensión, estos recursos se agrupan según su naturaleza en dos subsistemas: físico y biótico. A continuación se describen los rasgos más importantes que presenta cada uno de estos subsistemas y sus componentes en el municipio de La Peña, Cundinamarca.

#### ***El subsistema físico***

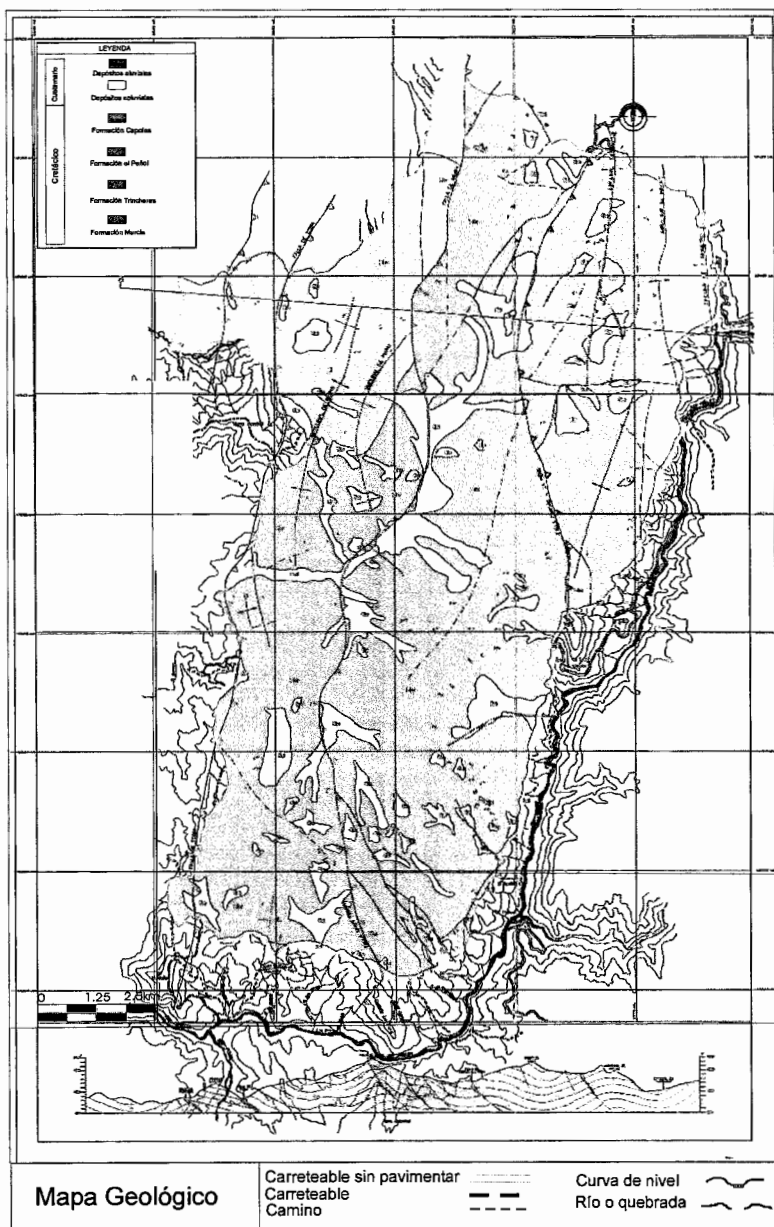
El subsistema físico está integrado por los componentes inertes de la naturaleza y por los procesos y formas terrestres. Incluye la geología y sus variables de litología, estructuras –fallas geológicas–, geomorfología y amenazas geológicas; el suelo, el agua superficial y subterránea, y los recursos minerales. A continuación se presenta una descripción de cada uno de ellos.

#### ***El componente geológico y geomorfológico***

En la geología se describen aspectos de importancia para el conocimiento de las potencialidades y restricciones del subsistema físico, tales como las características de las unidades litológicas que afloran en el municipio, las principales fallas geológicas que atraviesan el territorio y las principales formas y procesos generadores de amenazas geológicas.

#### ***Geología***

Geológicamente el municipio de La Peña comprende rocas sedimentarias de edad cretácico inferior, correspondientes a las formaciones Murca, Trincheras, El Peñón y Capotes. Como resultado de procesos fluviales y de remoción en masa se presentan depósitos aluviales y coluviales de edad cuaternaria. (Véase Mapa 16).



Mapa 16. Mapa geológico del municipio de la Peña

### Geomorfología

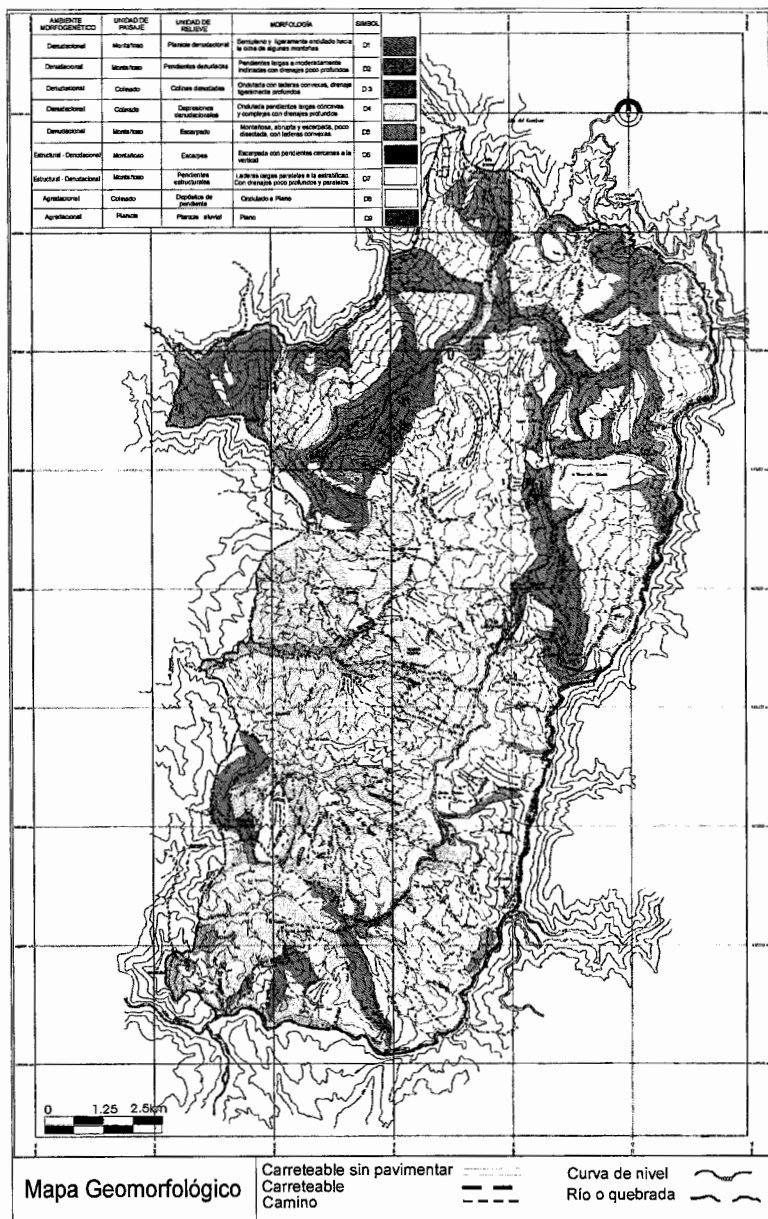
Se describe a continuación las unidades geomorfológicas –morfología y morfogenética– y la erosión y remoción en masa –morfodinámica–, adaptada del estudio “Zonificación Geotécnica del Municipio de La Peña” (INGEOMINAS 1995). (Véase Mapa 17).

Morfología: El análisis morfológico del municipio de La Peña permitió identificar básicamente formas de origen denudacional, estructural–denudacional y agradacional.

### Amenazas geológicas.

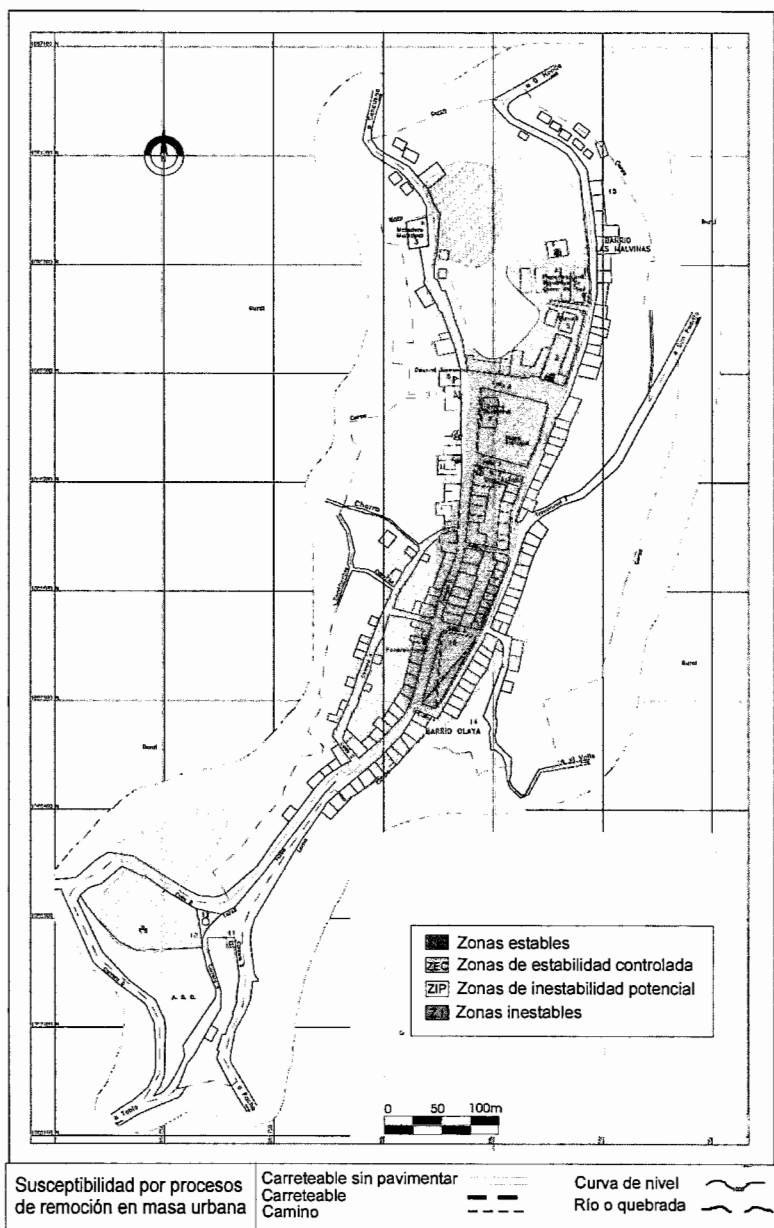
Así como el medio físico ofrece numerosos recursos también presenta restricciones de tipo geológico, amenazas geológicas, que limitan el aprovechamiento de esos recursos, el crecimiento de las áreas urbanas y el desarrollo de proyectos de infraestructura. En el municipio de la Peña las amenazas geológicas pueden ser por fenómenos de remoción en masa o deslizamientos, por inundación avenidas torrenciales y sísmica.

- Amenaza por fenómenos de remoción en masa en la zona rural: Se evalúan a partir de la identificación del grado de estabilidad o inestabilidad de los materiales geológicos. El conocimiento de las áreas que presentan susceptibilidad a la inestabilidad contribuye a la evaluación de las posibilidades de implementación de ciertos usos y de la localización de actividades en el territorio.
- Amenaza por fenómenos de remoción en masa en la zona urbana: Se establecieron cuatro rangos de estabilidad diferentes que se muestran en el Mapa 18; los límites que definen estos rangos representan zonas de transición y caracterizan el conocimiento que se tiene de la cabecera municipal. Los cuatro rangos de estabilidad que se encontraron fueron: zonas estables, zonas de estabilidad condicionada, zonas de inestabilidad potencial y zonas inestables.
- Amenazas por inundación y avenidas torrenciales: En La Peña son muchos los factores que favorecen la ocurrencia de este tipo de fenómenos, entre los que se destacan la topografía abrupta, la ocurrencia de lluvias intensas y la deforestación de las cuencas. La acción conjugada de estos aspectos determina un alto grado de probabilidad a que la mayor parte de las corrientes de agua que drenan el municipio tengan tendencia a desarrollar avenidas torrenciales. Normalmente este tipo de fenómenos se genera en las partes altas de las cuencas en donde las quebradas corren por cañones estrechos y profundos, pero al llegar a zonas más planas donde los valles son más amplios, destruyen toda la infraestructura y vegetación ubicada en las vegas de dichas quebradas.
- Amenaza Sísmica: De acuerdo a este mapa, el departamento de Cundinamarca está incluido dentro de las zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, con valores de aceleración horizontal desde 0,15 hasta 0,25. Específicamente en lo que se refiere a La Peña, todo el municipio está ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia, lo que implica la necesidad que las autoridades locales velen para que todas las obras de infraestructura o viviendas que se construyan cumplan con los requerimientos que para esta zona da el código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes.



Mapa 17. Mapa geomorfológico del municipio de la Peña.





Mapa 18. Zonificación de la susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa, zonas urbanas.

## El geoturismo

Con la consideración del geoturismo se pretende contar con el inventario de los atractivos geoturísticos y con el diseño de algunas rutas interpretativas que permitan adelantar planes de recreación al aire libre que incluya el parámetro geológico. En el Municipio de La Peña se identifican sitios de interés agrupados en geoformas, afloramientos, miradores, senderos y estructuras, que se describen en la Tabla 31.

### *El componente suelo*

El Municipio de La Peña cuenta con suelos que en su mayoría presentan serias limitaciones para uso agrícola (fuertes pendientes, fertilidad baja, erosión severa, entre otros). No obstante, las texturas son aptas para el cultivo de caña de azúcar, principal actividad económica del municipio.

En las partes donde las limitaciones son más acentuadas, los suelos están cubiertos por relictos de bosque primario y rastrojos en estados iniciales e intermedios de evolución. Los rastrojos son los más abundantes y se presentan alternados con cultivos de caña principalmente. Estos cultivos dada su escasa tecnología presentan una productividad muy baja.

Los suelos cuya aptitud es fundamentalmente agrícola, se encuentran relegados a pequeñas áreas del territorio y se presentan principalmente en las zonas planas (valles aluvial-coluvial o coluvio-aluvial). El valle aluvial del río Negro presenta suelos cuya utilización agrícola no es viable económicamente, por lo tanto deben ser utilizados fundamentalmente para pastos, bosques y conservación.

Tabla 31. Sitios de interés geoturísticos

| UBICACIÓN        |                                |             | CARACTERÍSTICAS DE LOS ATRACTIVOS |          |          |                                    |   |
|------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------|----------|------------------------------------|---|
| NOMBRE           | UBICACIÓN                      | ACCESO      | ALTITUD                           | DMENSIÓN | TIPO     | SUBTIPO                            | CARACTERÍSTICAS RELEVANTES  |
| Cerro de La Cruz | Cabecera municipal             | a pie       | 1.300                             | 1 Km     | Geología | mirador<br>sendero<br>afloramiento | Rocas de la Formación Trincheras. Se destacan lutitas y concreciones calcáreas.   |
| San José         | Carretera a La Palma           | Carro a pie | 1.420                             | 100 m    | Geología | afloramiento<br>estructuras        | Rocas de la Formación Trincheras. Alternancia de capas de lutitas negras de 5 a 10 cm de espesor y arcillolitas de 20 a 30 cm, con esporádicas capas de 30 a 40 cm de areniscas calcáreas con concreciones. Posición subhorizontal con buzamiento leve al oriente. Fallas menores con desplazamiento normal de hasta 20 cm. |
| La Hoya          | Carretera a La Palma           | carro a pie | 1.300                             | 100 m    | Geología | afloramiento<br>estructuras        | Rocas de la Formación Trincheras. Alternancia de lutitas, arcillolitas y areniscas calcáreas con concreciones (id ant). Capas en posición inclinada, N 15 / 53 E, coincidiendo en parte con el talud.   |
| La Hoya          | Carretera a La Palma           | carro a pie | 1.300                             | 10 m     | Geología | afloramiento                       | Flujo de escombros (coluvión) o depósito de pendiente.  |
| Patio Bonito     | Carretera a La Palma           | carro a pie | 1.350                             | 50 m     | Geología | afloramiento<br>estructuras        | Rocas de la Formación Trincheras. Alternancia de lutitas, arcillolitas y areniscas calcáreas con concreciones. Capas en posición inclinada, N 40 / 50 W.  |
| Patio Bonito     | Carretera a La Palma           | carro a pie | 1.400                             | 50 m     | Geología | afloramiento<br>estructuras        | Id anterior, con destacado diaclasamiento perpendicular a la estratificación.   |
| Agua Blanca      | Desvío de carretera a La Palma | carro a pie | 1.600                             |          | Geología | mirador                            | Panorámica al SW hacia el valle de la Quebrada Terama y sus serranías circundantes. Panorámica al W a la Cuchilla Pispis.   |

### *El componente agua*

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el estudio del recurso hídrico superficial. Inicialmente se muestra una descripción de las características más importantes haciendo énfasis en los rasgos hidrológicos y de calidad de las aguas. En lo que se refiere a las aguas subterráneas, en el área municipal no se tienen reportes de aprovechamiento de este recurso, ni de estudios o trabajos orientados a su evaluación, razón por la cual no se presenta una descripción de los aspectos más importantes de él.

### *El componente minero*

El componente minero representa las riquezas de los recursos minerales no renovables del suelo y del subsuelo de una región. Son de especial consideración dentro del ordenamiento territorial ya que son motor de desarrollo socio-económico en la medida en que generan empleo, divisas, tecnología, entre otros.

En el Municipio de La Peña los antecedentes mineros no tienen historial y solamente se refieren a conjeturas o leyendas de sus pobladores, tales como el caso de las esmeraldas en el Cerro.

Estoraque, en lo que se refiere a minerales preciosos. En relación con la extracción de materiales para construcción y recebo para vías se pueden mencionar las siguientes actividades:

En la Quebrada La Terama existen depósitos aluviales compuestos por abundantes bloques redondeados hasta 2 m de diámetro en promedio, dentro de una matriz areno-arcillosa con abundante material arcilloso negro. De esta Quebrada extraen la materia prima para fabricar bloques (18 x 38 x 10 cm) para construcción y el agregado del cemento.

En la cantera El Volador (Véase Figura 20), localizada a 2.3 Km sobre la vía que conduce de La Peña al Municipio de Pacho, se tiene una minería artesanal y sin ningún plan de manejo ambiental. La cantera consta de areniscas (70%) de grano fino y medio, ligeramente arcillosas, muy compactas, de color gris oscuro a negro, con cemento silíceo y ocasionalmente calcáreo, presentadas en capas desde gruesas a muy gruesas. Estas areniscas están intercaladas con lutitas de color gris oscuro, con estratificación plano-paralela, en capas de delgadas a muy gruesas.

Esta cantera es utilizada principalmente para sacar material de recebo para vías y en menor proporción para la construcción. La extracción se realiza sin ningún control técnico lo que puede ocasionar la inestabilidad del talud y generar desprendimientos y deslizamientos que pueden llegar a comprometer la vía, e incluso dependiendo de la magnitud del movimiento, el represamiento del río Negro.



Figura 20. Cantera en el sector El Volador

### ***El subsistema biótico***

Este subsistema está integrado por relictos de bosque, matorrales y rastrojos y la fauna asociada a ellos. A ese conjunto de elementos vivos de tipo silvestre (microorganismos, vegetación y fauna) y su sistema de interrelaciones funcionales y estructurales es que se denomina subsistema biótico, el cual constituye una unidad indisoluble. Sin embargo por razones didácticas para su caracterización se consideraron por separado la vegetación y la fauna.

#### ***Vegetación***

El Municipio de La Peña presenta una mínima cobertura de vegetación natural; la matriz territorial se caracteriza por un sinnúmero de parches que conforman un mosaico entre cultivos, pastos, rastrojos, matorrales y relictos de bosque. Los cultivos ocupan la mayor parte de la matriz.

De la vegetación natural los rastrojos son los más abundantes, se presentan alternados principalmente con cultivos de caña panelera y en menor escala maíz, café y potreros enmalezados.

Los bosques nativos se encuentran reducidos a pequeños relictos en zonas con laderas de pendientes muy fuertes, y a franjas muy angostas a lo largo de las quebradas y ríos. Sin embargo, en el Municipio no se encuentran zonas completamente desprovistas de cobertura vegetal, no obstante el alto grado de deforestación.

#### ***Fauna.***

La fauna silvestre como componente clave de un ecosistema, es un indicador de su estado de conservación, alteración y/o deterioro. Entre mayor sea el grado de alteración que presenten los hábitats, la diversidad faunística será menor y las especies que logran adaptarse mejor a las nuevas condiciones del medio, estarán dotadas de valencia ecológica alta, lo que les permite colonizar nuevos hábitats con características similares. Por ello se constituyen especies dominantes en los diferentes ecosistemas.

### ***El subsistema antrópico***

En la caracterización del sistema antrópico del Municipio de La Peña, se diferencian claramente tres subsistemas internos: el social, el artificial y el económico.

#### ***El Subsistema Social***

Los componentes son la dinámica de su población, historia, condiciones de vida, relaciones interveredales e intermunicipales, calidad de vida, servicios, manifestaciones culturales, demografía, actores e institucionalidades sociales.

#### ***El Subsistema económico***

En el Municipio de La Peña se destaca la dinámica del sector primario como productor de materias primas, especialmente caña de azúcar para panela, mientras que los sectores secundario y terciario son bastante débiles y poco desarrollados. Por su parte, la institucionalidad económica representada en la alcaldía municipal no juega el papel de líder dinamizador del desarrollo municipal debido a su dependencia financiera.

Para el sector primario se analizaron aspectos como la tenencia de la tierra, la producción agrícola: caña de azúcar, café, maíz, plátano, entre otros, la producción pecuaria: bovinos, equinos, porcinos, entre otros. Para el sector económico secundario, se tuvo en cuenta el proceso transformador de la caña de azúcar, que es básicamente lo más relevante del municipio. El sector terciario tiene que ver con el comercio y los servicios.

#### ***El Subsistema Artificial.***

La caracterización del subsistema artificial presenta diferencias claras entre la infraestructura de la zona urbana y la de la zona rural.

Mientras que en la zona urbana o cabecera municipal, el área nucleada se extiende en 0.29 km<sup>2</sup>, con un área circundante semiurbana de 1,26 km<sup>2</sup> (que incluye el área de expansión), en la zona rural no existe ningún centro poblado secundario a la cabecera municipal; solamente infraestructura básica como vías de penetración, escuelas, canchas deportivas y puestos de salud.

#### ***La zona urbana***

El casco urbano del municipio corresponde a una distribución colonial de plaza principal y manzanas circundantes en estructura en damero. Dado que este asentamiento se ha ido adaptando en una buena forma a la topografía del terreno, la ortogonalidad impuesta por la fundación no se siente con marcado acento. La tipología de la zona urbana se desarrolla sobre dos ejes que lo atraviesan y sobre los cuales se dinamiza todo el casco municipal.

### La zona rural.

Como se mencionó en la descripción del subsistema social, casi el 90% de la población del municipio de La Peña habita en la zona rural, sin embargo, la cobertura en infraestructura es menor del 50% y la calidad de los servicios básicos, así como de las viviendas es deficiente, en la mayoría de los casos.

De 1.700 viviendas que existen en todo el municipio en la zona rural están ubicadas 1.470, distribuidas en un área de aproximadamente 135 km cuadrados, lo que indica una densidad baja y una separación amplia entre ellas.

### Saneamiento

El municipio no cuenta con una infraestructura propia para la disposición de los desechos sólidos. La recolección de basuras es realizada una o dos veces por semana, en un camión contratado por la Alcaldía Municipal. Los desechos son vertidos en las fuentes de agua o depositados en las fincas sin ningún tratamiento, ocasionando contaminación a las fuentes de agua y al paisaje.

El servicio de acueducto y alcantarillado es deficiente. La cabecera municipal posee un sistema de alcantarillado que en general tiene un cubrimiento del 80% y en la zona rural no existe como tal un sistema de disposición de aguas negras.

### Servicios Domiciliarios Básicos

Se encuentra servicios de energía, telefonía, medios de comunicación y vías. La energía eléctrica está disponible en el 57% de la población, el servicio telefónico es bueno, al igual que el de diarios y transporte. El municipio tiene vías destapadas que lo comunican con los pueblos aledaños o vecinos.

#### 5.2.2.2 Fase analítica

En esta fase se aborda el análisis de diagnóstico del Municipio de La Peña, mediante el establecimiento del potencial ambiental, la demanda ambiental, los conflictos ambientales y la capacidad de acogida del territorio para soportar las diferentes actividades antrópicas.

Para realizar la fase analítica se tuvo en cuenta la metodología propuesta en el Capítulo 4, en donde se establecen los procedimientos técnicos para determinar la valoración del potencial de los diferentes componentes, la demanda, los conflictos y la capacidad de acogida en el municipio.

El análisis de las características biofísicas y socioeconómicas de La Peña ha arrojado valiosos resultados que permiten determinar las potencialidades y limitaciones, herramienta básica a la hora de planificar el desarrollo del municipio.

## **Valoración del potencial**

Para facilitar el análisis del potencial se estableció un sistema de valoración en una escala numérica de uno (1) a cinco (5), siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo. Además de asignarle valor a las diferentes variables y subvariables, también se le asignó un coeficiente de ponderación para reflejar el peso de cada variable. La finalidad de esta valoración es resaltar las características potenciales más relevantes de cada componente. Este valor se especializa y se diferencia con colores para mostrar potencialidades, limitaciones y conflictos en el territorio municipal.

### **El sistema natural**

Como se mencionó en la fase de diagnóstico, el sistema natural comprende los procesos y materiales de composición abiótica y biótica, es decir, el clima, las rocas, el suelo, el agua, los recursos minerales, la vegetación y la fauna. Para facilitar su valoración, estos recursos se agrupan según su naturaleza en dos subsistemas: físico y biótico.

#### ***Subsistema físico***

El subsistema físico está integrado por los componentes de naturaleza inerte, los procesos y las formas terrestres. Incluye la geología y sus variables de litología, estructuras –fallas geológicas–, geomorfología y amenazas geológicas; el suelo, el agua superficial y subterránea, y los recursos minerales. A continuación se presentan y analizan los valores asignados al potencial de cada uno de estos componentes.

#### ***Componente geológico geomorfológico***

##### **Potencial geomorfológico y paisajístico.**

La valoración del conjunto de las variables e indicadores seleccionados para evaluar el potencial geomorfológico paisajístico en el municipio de la Peña, permite establecer que el potencial del entorno geomorfológico en este sentido es muy escaso. (Véase Mapa 19). El 65% de sus geoformas se encuentran en el valor bajo, sin embargo existen algunos lugares de interés especial que representan aproximadamente el 5% del área municipal y que ofrecen ciertas características escénicas que se han calificado con valor alto, entre los cuales están, el cerro del Estoraque, mirador natural desde el cual se puede observar la cabecera municipal y en general la dinámica de la cuenca de la quebrada Terama casi en su totalidad.

##### **Potencial geomorfológico, educativo y científico.**

Desde este punto de vista, la oferta geomorfológica para el municipio de La Peña, infortunadamente es muy limitada debido a que no posee geoformas que soporten lugares de interés científico o educativo como secuencias estratigráficas tipo, yacimientos fosilíferos, biotopos importantes, ejemplos de proceso representativos, formas singulares, etc., por lo tanto su potencial es considerado muy bajo (Véase Tabla 32).

Tabla 32. Valoración del potencial geomorfológico educativo científico del municipio de la Peña.

| TIPO DE INTERÉS | SITIO DE INTERÉS                | ESPACIALIDAD | INDICADORES  |      |                        |      |             |      |                       |      | VALOR | POTENCIAL |
|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|------|------------------------|------|-------------|------|-----------------------|------|-------|-----------|
|                 |                                 |              | SINGULARIDAD | PESO | ESTADO DE CONSERVACIÓN | PESO | SIGNIFICADO | PESO | GRADO DE CONSERVACIÓN | PESO |       |           |
| Ecológico       | Bosque de galería del Río Negro | Polígono     | 3            | 0.2  | 4                      | 0.4  | 3           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 3     | MEDIO     |
| Ecológico       | Bosque cerro el Estoraque       | Polígono     | 3            | 0.2  | 4                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 3     | MEDIO     |
| Ecológico       | Matorral cerro Pieplá           | Polígono     | 3            | 0.2  | 4                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 3     | MEDIO     |
| Ecológico       | Bosque cerro Tierra Amarilla    | Polígono     | 4            | 0.2  | 3                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 3     | MEDIO     |
| Ecológico       | Bosque quebrada los Cangrisos   | Polígono     | 4            | 0.2  | 3                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 3     | MEDIO     |
| Pedológico      | Perfil de suelo (1)             | Punto        | 3            | 0.2  | 4                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 4                     | 0.2  | 3     | MEDIO     |
| Pedológico      | Perfil de suelo                 | Punto        | 3            | 0.2  | 3                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 2     | MEDIO     |
| Pedológico      | Perfil de suelo                 | Punto        | 3            | 0.2  | 3                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 2     | MEDIO     |
| Pedológico      | Perfil de suelo                 | Punto        | 3            | 0.2  | 3                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 2     | MEDIO     |
| Pedológico      | Perfil de suelo                 | Punto        | 3            | 0.2  | 3                      | 0.4  | 2           | 0.2  | 1                     | 0.2  | 2     | MEDIO     |

### Potencial geoturístico.

Luego de analizar los resultados de la evaluación de los atractivos geoturísticos, se determinó que el Municipio de La Peña, tiene un escaso potencial geoturístico, pues sus atractivos geológicos caen todos dentro de las Jerarquías 1 y 2, es decir, de muy baja y de baja valoración. (Véase Tabla 33).

### Restricciones por amenazas geológicas.

En el municipio de La Peña, la composición predominantemente arcillosa y blanda de los materiales geológicos asociados con sus características estructurales, relieve, clima y usos del territorio le proporcionan a éste una especial predisposición a presentar fenómenos de remoción en masa. La valoración de esta susceptibilidad ha sido considerada en una jerarquía de valores entre 1 y 5, donde 1 corresponde a las áreas de baja susceptibilidad y 5 a las zonas de alta susceptibilidad a la inestabilidad. Los resultados se presentan en el Mapa 20.

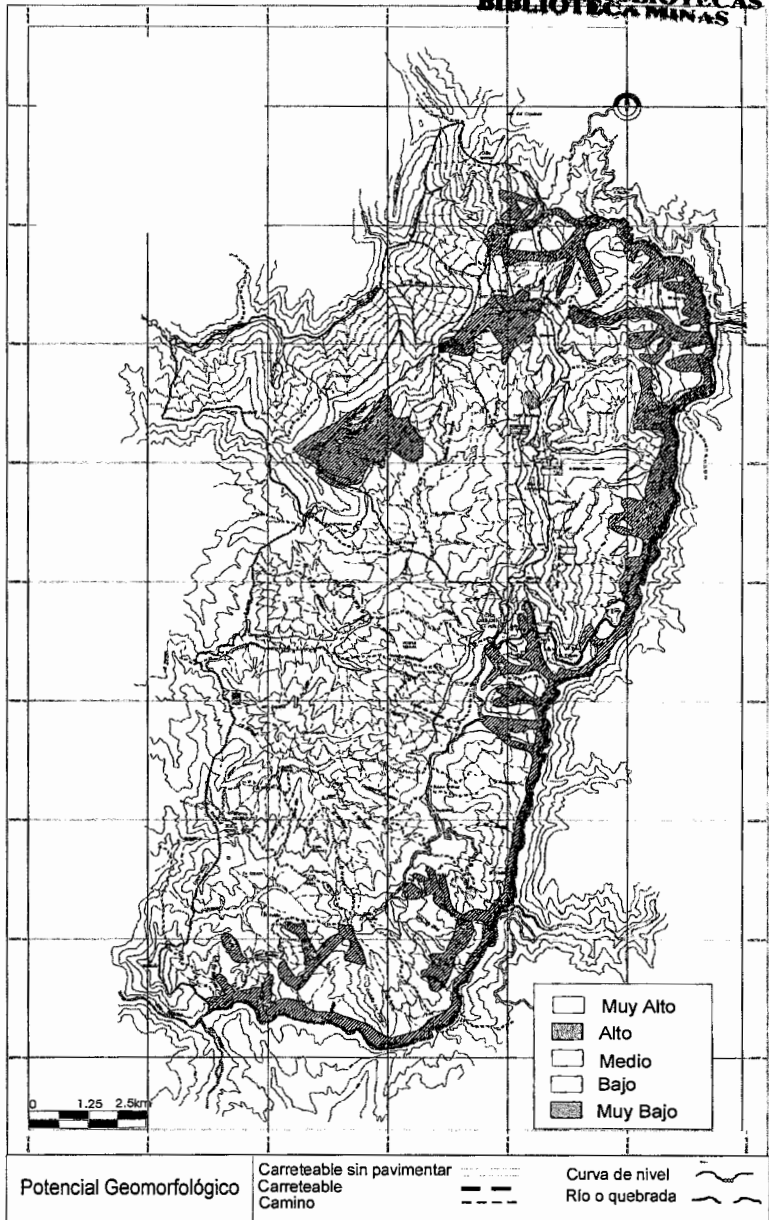
### Potencial del componente suelo

El resultado de la valoración de los indicadores y las variables seleccionadas para la evaluación del componente suelo en el municipio de La Peña, con relación a los usos: agrícola, pecuario, forestal, múltiple y conservacionista, permite establecer que el 7% del territorio del municipio (947.51 Has) tiene aptitud agrícola, 14% (1793.08 Has) vocación forestal, 54% (7300.98 Has) vocación de uso múltiple y 25% (3318.98 Has) vocación conservacionista.

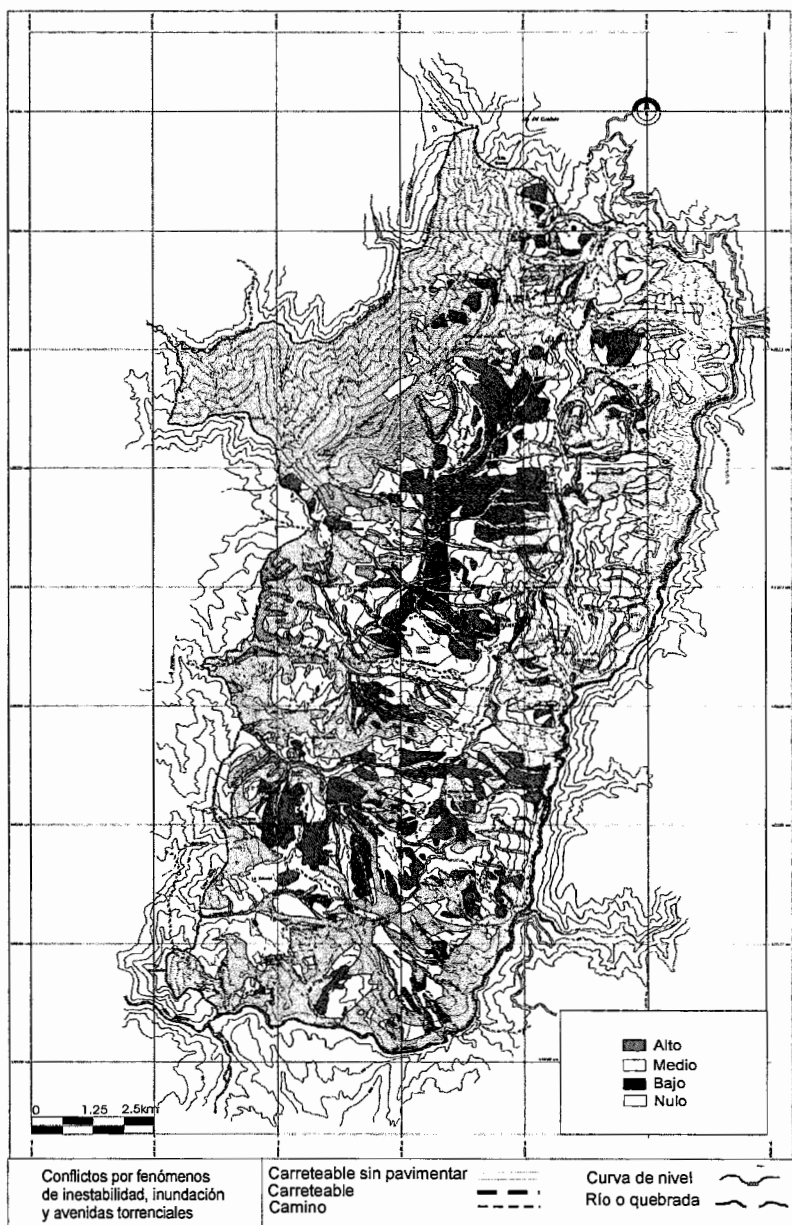


Tabla 33. Potencial Geoturístico

| NOMBRE DEL ATRACTIVO                | VARIABLE         |        | CALIDAD          |         |                       |        |                  |                     | APOYO |          |          |            | SIGNIFICADO |           |           |  | VALORACIÓN |  |
|-------------------------------------|------------------|--------|------------------|---------|-----------------------|--------|------------------|---------------------|-------|----------|----------|------------|-------------|-----------|-----------|--|------------|--|
|                                     | Valor Inim. Seco | FACTOR | Valor Exim. Seco | Entorno | Estado Conserva. ción | Acceso | Servicio Turist. | Asoc. Otros Atract. | Local | Regional | Nacional | Inter Nac. | Puntos      | Jerarquía |           |  |            |  |
| PUNTAJE MÁXIMO                      | 15               |        | 15               | 10      | 10                    | 10     | 10               | 10                  | 5     | 2        | 4        | 7          | 12          | 100       | 1-2-3-4-5 |  |            |  |
| Mirador, Cerro de La Cruz           | 5                |        | 5                | 5       | 3                     | 3      | 3                | 3                   | 2     | 1        | 1        | 0          | 0           | 28        | 2         |  |            |  |
| Estratos, San José                  | 10               |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 24          | 2         |           |  |            |  |
| Estratos, La Hoya                   | 10               |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 24          | 2         |           |  |            |  |
| Colluvio, La Hoya                   | 5                |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 19          | 1         |           |  |            |  |
| Estratos, Pato Bonito               | 5                |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 19          | 1         |           |  |            |  |
| Estratos y diablizas, Pato Bonito   | 10               |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 24          | 2         |           |  |            |  |
| Mirador, Agua Blanca                | 5                |        | 3                | 2       | 3                     | 1      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 16          | 1         |           |  |            |  |
| Mirador, El Cairo                   | 10               |        | 3                | 3       | 3                     | 2      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 23          | 2         |           |  |            |  |
| 10                                  |                  |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 2                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 26          | 2         |           |  |            |  |
| Falla, pliegues, Mesa de Tabla      | 10               |        | 3                | 3       | 3                     | 3      | 2                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 27          | 2         |           |  |            |  |
| Mirador, Cerro de Las Escaleras     | 10               |        | 5                | 3       | 3                     | 3      | 0                | 2                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 26          | 2         |           |  |            |  |
| Salto El Chispón                    | 5                |        | 5                | 5       | 5                     | 4      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 26          | 2         |           |  |            |  |
| Salto El Chorro                     | 5                |        | 5                | 5       | 5                     | 4      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 26          | 2         |           |  |            |  |
| Mirador Rto Negro, El Volador       | 10               |        | 7                | 5       | 5                     | 4      | 0                | 1                   | 1     | 1        | 0        | 0          | 34          | 2         |           |  |            |  |
| 10                                  |                  |        | 7                | 5       | 5                     | 4      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 34          | 2         |           |  |            |  |
| Pliegues apretados, El Volador      | 10               |        | 7                | 5       | 5                     | 4      | 0                | 1                   | 1     | 1        | 0        | 0          | 34          | 2         |           |  |            |  |
| Mirador al sur de Guayabal          | 5                |        | 5                | 3       | 3                     | 3      | 2                | 0                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 22          | 2         |           |  |            |  |
| Piritas al oeste de Cerro El Chucho | 5                |        | 5                | 3       | 2                     | 2      | 0                | 0                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 18          | 1         |           |  |            |  |
| Yeso, Vereda Galindo                | 5                |        | 3                | 3       | 3                     | 2      | 0                | 0                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 17          | 1         |           |  |            |  |
| Mirador, Vereda Galindo             | 5                |        | 3                | 3       | 3                     | 2      | 0                | 0                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 17          | 1         |           |  |            |  |
| Mirador, La Amargosa                | 5                |        | 3                | 3       | 3                     | 2      | 0                | 0                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 17          | 1         |           |  |            |  |
| Mirador, Cuchilla Pispis            | 10               |        | 5                | 5       | 3                     | 3      | 0                | 2                   | 1     | 1        | 0        | 0          | 30          | 2         |           |  |            |  |
| Mirador, Alto Bellavista            | 10               |        | 5                | 5       | 2                     | 2      | 0                | 2                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 27          | 2         |           |  |            |  |
| Mirador, Cuchilla Pispis            | 7                |        | 3                | 5       | 3                     | 3      | 0                | 1                   | 1     | 0        | 0        | 0          | 23          | 2         |           |  |            |  |



Mapa 19. Potencial geomorfológico, geoturístico y educativo-científico.



Mapa 20. Restricciones por amenazas geológicas.

De lo anterior se puede concluir que la mayor parte de los suelos del municipio tienen aptitud múltiple, es decir, que por sus características se hace necesario combinar las actividades agrícola, pecuaria y forestal para garantizar su conservación y productividad. Es importante tener en cuenta que las actividades agrícolas actuales son compatibles con el uso múltiple, pero se deben ejecutar acciones para que en las áreas degradadas o con posibilidad de degradarse, se reemplacen o combinen los cultivos con actividades pecuarias o forestales.

#### *Potencial del componente hídrico superficial*

El potencial del recurso hídrico superficial de un territorio está determinado por la cantidad y calidad de las fuentes de agua. Estos dos criterios son determinantes al momento de iniciar un proceso de planificación, en virtud de que pueden condicionar el desarrollo de actividades económicas y sociales de un municipio. A continuación se analiza cada uno de estos dos criterios.

#### Cantidad

Si se analiza el potencial de este recurso con fines de planificación del desarrollo, este debe centrarse en la determinación de la cantidad mínima de agua necesaria para garantizar el abastecimiento continuo a la población asentada en el territorio del municipio. En este sentido, la evaluación debe hacerse en términos de la definición de la cantidad mínima de agua disponible, de tal modo que se garantice que en época de verano exista una cantidad mínima del recurso para que los usuarios siempre tengan agua suficiente para realizar sus actividades.

#### Calidad

En primer lugar se realiza un análisis de los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros utilizados en el cálculo del índice global de calidad de agua cruda para consumo humano y posteriormente se presenta un análisis para cada una de las veredas del municipio a partir de las zonas determinadas por el índice global de calidad.

Los resultados obtenidos muestran las características de coliformes, cobre, turbiedad, fosfatos, sulfatos, conductividad, alcalinidad, dureza, color e índice global de calidad. Estos datos permiten concluir que todas las aguas que drenan el municipio de La Peña requieren de un tratamiento que mejore su calidad, antes de ser aprovechadas para consumo humano.

#### Índice de calidad del agua para riego

En general se observa que en cuanto a calidad de agua para riego, el municipio posee un potencial variado, puesto que en las muestras de agua analizadas los resultados obtenidos arrojan una calidad excelente desde el punto de vista de sodio. En cuanto a la conductividad se obtuvo diferentes clasificaciones que van desde excelente hasta inapropiada para ser utilizadas en el riego de cultivos.