

Módulo DOS

Unidad 3

Criterios de zonificación
ambiental

Unidad 4

Línea base

Unidad 5

Diagnóstico de la situación
ambiental actual



Conducta de entrada

Marque con una X la respuesta correcta

1. Zonificación ambiental es lo mismo que decir ordenamiento de una cuenca hidrográfica.

F ☐

V ☐

2. La zonificación ambiental no tiene nada que ver con oferta, demanda, y conflictos de uso.

F ☐

V ☐

3. La zonificación ambiental es un elemento constitutivo del Plan de Manejo Ambiental.

F ☐

V ☐

4. Los conflictos ambientales son el producto de las incompatibilidades o antagonismos de la oferta y la demanda ambiental.

F ☐

V ☐

5. La línea base es el resumen de todos los factores ambientales.

F ☐

V ☐

6. La erosión del suelo es un fenómeno natural que después de iniciarse no tiene control.

F ☐

V ☐

7. Es lo mismo decir riesgos o vulnerabilidad a un fenómeno natural.

F ☐

V ☐

Respuestas 1F-2F-3V-4V-5F-6F-7F



Criterios de zonificación ambiental

Los conceptos ambientales que dan orientación al proceso de zonificación ambiental son los de oferta, demanda y conflictos, los cuales conducen a la determinación de las pautas esenciales de manejo de las cuencas, que son guía, a su vez, para el desarrollo sostenible de las mismas.

El análisis de la oferta y la demanda y su confrontación para establecer conflictos ambientales nos permite determinar:

- Las características intrínsecas de los ecosistemas presentes en la cuenca, sus fragilidades o debilidades y su valor potencial.
- La forma de apropiación y utilización de los recursos por parte de las comunidades asentadas en la cuenca.
- Las incompatibilidades o antagonismos manifiestos entre la oferta y la demanda, causantes de los conflictos ambientales.
- Los requerimientos prioritarios de manejo ambiental, dirigidos a resolver, controlar o minimizar los conflictos existentes.
- Las estrategias de manejo ambiental para las diferentes unidades de la cuenca, las cuales constituyen la base para la formulación de programas y proyectos específicos dentro del concepto de desarrollo sostenible.

En las páginas siguientes se definen y describen cada uno de los conceptos ambientales: *oferta, demanda y conflictos*.

Oferta ambiental

Se define como la capacidad actual y potencial para producir bienes y servicios ambientales y sociales en un área según el conocimiento de los elementos físico-bióticos del medio. Este conocimiento permite desarrollar procesos productivos específicos manteniendo el equilibrio dinámico entre el clima, el aire, el suelo, la flora, la fauna, el ser humano y sus actividades.

Ejemplo: un suelo es apto para cultivos limpios o para bosque protector o para bosque productor, etc.

La oferta se agrupa en dos grandes categorías de áreas, a saber:

Áreas de aptitud ambiental

- Zonas de especial significación ambiental.
- Zonas de alta fragilidad ambiental.
- . Áreas para la producción agraria y el desarrollo socioeconómico.

Áreas de aptitud ambiental:

Zonas de especial significancia ambiental

Incluyen sectores de bosques primarios y secundarios poco intervenidos, reservas hidrológicas y naturales, áreas de sistemas de parques naturales, refugios de fauna y flora, zonas de recarga hidrogeológica, áreas de reserva forestal y zonas de nacimiento de las corrientes de agua y especial protección de aguas subterráneas, áreas alto andinas (páramo, nevados), lagos naturales, humedales, ecosistemas naturales de gran biodiversidad, manglares y márgenes de río y quebradas. Estas áreas incluyen también los ecosistemas cuya estructura no ha sido seriamente degradada y que prestan servicios ecológicos vitales (bosques de niebla).

El concepto de *servicios ecológicos* incluye todos los mecanismos de estabilización dinámica de los ecosistemas, tales como evapotranspiración.

Se define como la capacidad actual y potencial para producir bienes y servicios, interceptación del escurrimiento en el ciclo hidrológico y las funciones relacionadas con los procesos de evolución que conducen a la diversidad biológica, en un hábitat específico.

La función ambiental de las áreas descritas es integral, pues además de la regulación hídrica sirven de base para la conservación de la diversidad biológica y la protección de la fauna silvestre.



Zonas de alta fragilidad ambiental

Incluyen aquellos lugares donde existe un alto riesgo de degradación. El concepto de fragilidad se entiende como un indicador de debilidad de la estructura, que puede originarse en la presencia de elementos críticos muy susceptibles a la acción humana. Estas áreas tienen una dinámica más acelerada, una vez son intervenidas por el hombre, por lo cual requieren una atención oportuna.

Se consideran como áreas de alta fragilidad aquellos sectores muy escarpados y quebrados no aptos para actividades agropecuarias, donde abundan los nacimientos de agua, estructuras geológicas falladas y diaclasadas. Por lo general, en un estado inicial aún no presentan deterioro apreciable de los bosques y los suelos como consecuencia de las actividades humanas.

En síntesis, se identifican como áreas de alta fragilidad aquellos sectores que por sus características edafológicas, geomorfológicas y eco lógicas son susceptibles a la degradación y el deterioro ambiental por efecto de procesos como la erosión y la remoción en masa.

En ellas no se deben realizar actividades de manejo inapropiadas que conlleven riesgos naturales.

Por lo general, son zonas que presentan restricciones para las actividades agrarias tradicionales y que requieren prácticas de manejo de suelos y aguas cuando se intervienen.



Áreas de aptitud agraria y desarrollo socioeconómico

Son zonas donde los suelos presentan aptitud para sustentar actividades económicas, producción agrícola, ganadera, forestal y faunística (pesca y zootecnia de especies dulceacuícolas, marinas y terrestres) y asentamientos humanos. Se incluyen los sistemas que han resistido la acción humana, manteniendo procesos capaces de producir excedentes económicos.

Incluyen las áreas de aptitud agraria sin restricciones y las áreas de aptitud agraria con algún nivel de restricción. El concepto de restricción para la separación de las unidades cartográficas hace referencia, básicamente, a aquellos factores naturales que limitan la productividad agraria de una zona y no permiten garantizar una producción sustentable hacia el futuro, bajo las prácticas tradicionales de manejo. Las restricciones son edáficas, topográficas y climáticas, y hacen necesario establecer programas especiales de manejo.



Algunas restricciones que se tienen en cuenta son:

Edáficas

Niveles de fertilidad, grado de aridez, presencia de pedregosidad, pendientes, drenaje, profundidad efectiva, susceptibilidad a procesos degradativos (erosión).

Climáticos

Exceso de precipitación, períodos de sequía, heladas, etc.

Demanda Ambiental

Esta representada por el uso actual y los requerimientos de las comunidades sobre el ambiente biofísico. Sintetiza el conjunto de actividades que realizan los pobladores locales y las formas de apropiación de los recursos agua, aire, suelo, flora, fauna, insumos y servicios.

Ejemplo: la demanda de agua por la comunidad en una determinada región es alta, media o baja.

Unidades de demanda

Involucran las formas de aprovechamiento de los recursos naturales y sus posibles impactos en una región determinada.

La demanda se establece según:

- Uso del suelo
- Uso del agua
- Procesos denudativos (erosivos)
- Vegetación
- Crecimiento de la población.

Cada actividad que conlleve al uso de los diferentes recursos representa una demanda diferente de flujos de materia y energía, y estas demandas implican desequilibrio sobre la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

Conflictos ambientales

Se generan por la existencia de incompatibilidades o antagonismos significativos entre la oferta y la demanda ambiental. Hay conflictos ambientales en las siguientes situaciones principales:

Cuando se destruyen o degradan ecosistemas valiosos en la explotación inadecuada de los recursos.

Cuando hay subutilización de los elementos ambientales, es decir, cuando la demanda es menor que la oferta.

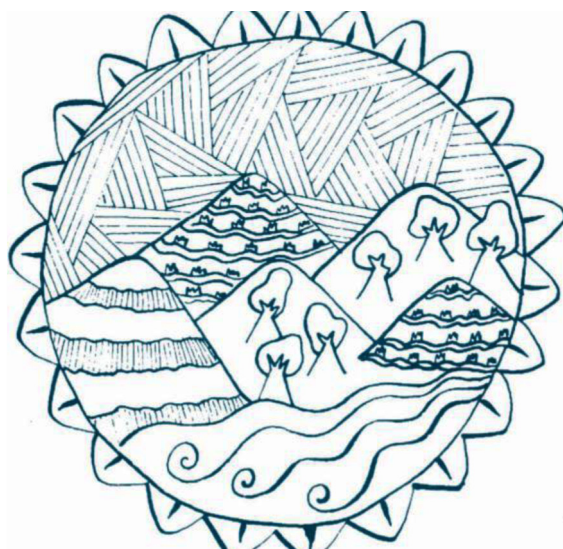
Cuando hay sobreutilización de los recursos, es decir, cuando se ha excedido su capacidad y la demanda es mayor que la oferta.

Los conflictos se presentan en los recursos suelo, agua, explotaciones mineras, etc. En el módulo 3 en el capítulo 6 podemos ver la aplicación de los diferentes tipos de conflictos en un ejemplo específico.

Unidades de conflicto

Dentro del enfoque y secuencia establecidos, los conflictos identificados son el resultado de confrontar las diferentes áreas de oferta ambiental con los factores que caracterizan la demanda ambiental.

Esta confrontación se expresa tanto en antagonismo entre lo que ofrece la naturaleza y las formas en que el ser humano hace uso de ella.



Los conflictos que se consideran para el presente estudio son los siguientes:

- Conflictos relacionados con el uso del suelo (según sistemas de producción).
- Conflictos relacionados con el recurso hídrico.
- Conflictos por procesos denudativos.
- Conflictos sociales y culturales.

Es preciso señalar aquí que los conflictos no pueden resolverse inexorablemente en favor de las exigencias ambientales porque en todas las áreas de conflicto hay una presencia humana concreta y en ellas se adelantan actividades dirigidas a la subsistencia y el mejoramiento socioeconómico







¿Qué son las unidades de manejo ambiental?

Comprende las siguientes unidades o áreas:

Áreas de preservación y protección ambiental

Son aquellos espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, bio-diversidad y utilidad para el cumplimiento de funciones ambientales.

Su homologación temática y cartográfica se construye de acuerdo con las siguientes áreas:

Área de parques nacionales. Según el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (se incluye parques nacionales, de organizaciones no gubernamentales y de particulares).

Áreas de reserva forestal. Destinadas a la conservación o aprovechamiento permanente y ambientalmente sustentable de los bosques.

Áreas de nacimientos de corrientes de agua y los de especial protección de aguas subterráneas.

Zonas altoandinas, incluidos páramos y regiones nivales.

Sistemas fluviales, lagos alto andinos, embalses, ciénagas y humedales.

Ecosistemas naturales de gran biodiversidad o alta fragilidad ecológica.

Otras áreas que por los servicios ambientales que prestan y su estrecha relación con la protección y preservación ambiental ameriten ser catalogadas en esta unidad. En general son áreas destinadas a su preservación y protección que no toleren actividades incompatibles con la integridad de sus ecosistemas.



Áreas de recuperación ambiental

Son áreas que han sido sometidas por el ser humano a procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización de su dotación ambiental original, o que por procesos naturales presentan fenómenos de deforestación, erosión y degradación de suelos, sedimentación, inestabilidad, contaminación y extinción o grave disminución de especies de fauna y flora.

Se consideran dentro de esta clase de áreas o unidades:

- Las áreas de erosión o degradación severas, que han perdido su capacidad de mantener procesos productivos.
- Áreas inestables ya sea por atributos intrínsecos o por usos inapropiados; son áreas de alto riesgo para la población y/o para las actividades económicas (p.e. áreas inundables).
- Áreas altamente contaminadas (terrestres o cuerpos de agua).
- Áreas que tipifiquen esta unidad de acuerdo con las características regionales locales.



Estas áreas se destinan al desarrollo de programas especiales de recuperación, sustrayéndolas gradualmente del uso actual y promoviendo actividades de restauración, restablecimiento de la cobertura vegetal, conservación y recuperación de suelos yaguas.

Así mismo son espacios para la restricción o reorientación del área, el establecimiento de programas de estabilización y mejoramiento del medio natural y el desarrollo de actividades específicas contra la contaminación.



Áreas de producción agraria y uso socioeconómico bajo condicionamientos ambientales específicos

Son espacios del territorio destinados a actividades vinculadas y/o dirigidas al desarrollo de una región, pero que deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso.

A esta área la integran:

- Áreas urbanas y de asentamientos humanos.
- Áreas de producción agraria (actividades agrícolas, ganaderas, forestales y faunísticas, pesca y zoocría).
- Áreas de producción minera.
- Áreas de producción de hidrocarburos.
- Áreas de ecoturismo o turismo y recreación.
- Áreas de infraestructura básica (acueducto, vías de comunicación).
- Áreas de desarrollo industrial.
- Otras áreas que se definen en esta categoría.

El manejo ambiental de estas áreas está orientado a asegurar el desarrollo sustentable, para lo cual se requieren acciones dirigidas a prevenir, controlar, amortiguar, reparar o compensar los impactos ambientales desfavorables de las actividades que en ella se realicen.



Áreas de prevención ambiental

Son áreas donde los procesos degradativos son ligeros o no existen y las actividades económicas están causando un impacto mínimo en el medio.

Son áreas que requieren un cuidado específico ya que si no se protegen o inician programas de recuperación o mantenimiento de las condiciones actuales, pueden llegar a degradarse severamente.



Zonas de riesgos naturales

Se entienden como áreas de riesgo aquellas que están localizadas en zonas de probabilidad conjugada de ocurrencia de un evento natural, potencialmente destructivo en un lugar dado (amenaza), y vulnerabilidad de los elementos que pueden verse afectados por un evento.

De igual forma, la vulnerabilidad aumenta entre mayor sea el número de personas que puedan ser afectadas y mayor sea la susceptibilidad a los posibles efectos.

En estas zonas se incluyen y determinan unidades según amenazas de tipo sísmico, volcánico, inundaciones y deslizamientos, entre otros.



Zonas y sitios de especial significación paisajística

Son espacios destinados exclusivamente a la contemplación de sus atributos físicos, no explotables y sin posibilidades de intervención. Corresponden a las áreas que por su belleza natural e interés cultural se pueden vincular a programas de ecoturismo o patrimonio cultural.





Línea base

Es la identificación o caracterización de los factores físicos, biológicos, humanos o socioeconómicos y ambientales. Es la parte más importante de la zonificación ambiental y debe ser trabajada por un grupo interdisciplinario, no por un solo profesional o técnico, ya que probablemente no tiene las bases suficientes para conocer y manejar todas las disciplinas.

Para manejar las diferentes disciplinas se requiere el apoyo de la cartografía y la información secundaria existente.

En el presente módulo se da apenas una idea de los temas que se requiere trabajar, cada uno debe profundizar e investigar haciendo un estudio completo que suministre la información suficiente y necesaria para cumplir con el objetivo propuesto.

Clases de factores

A continuación se explican detalladamente los distintos grupos de factores que deben ser caracterizados en la línea base.

Factores físicos

Los factores físicos son los que tienen que ver con el relieve, la corteza terrestre y los elementos naturales que la modifican. Estos son:

- El relieve
- La topografía
- La hidrología
- La hidrografía

- La geología
- La geomorfología
- El clima.

El relieve

La forma del terreno, sus elevaciones y desigualdades, tienen gran importancia cuando se refieren al manejo de cuencas hidrográficas, por estar íntimamente ligadas a la formación de los suelos, el drenaje superficial, el interno, la erosión, etc. y determinan consecuentemente la clase de cultivo o utilización pecuaria que se debe adelantar.

La topografía

Estrechamente vinculada al relieve se encuentra la topografía, ya que las diferencias de elevación y de pendiente, aun cuando sean demasiado pequeñas, se relacionan directamente con las diferencias de drenaje, que a su vez tienen influencia en la formación del suelo y en los usos que de éste puedan hacerse.

En una cuenca habrá variaciones de terreno que comprenderán desde plano hasta escarpado. Esta topografía determina una serie de unidades tales como los valles, las colinas, las mesetas, las montañas y otras, que definen en una forma más concreta el relieve y dan un elemento más de juicio para el uso adecuado que pueda darse a un área. No es lo mismo establecer cultivos limpios en las montañas que en los valles.

Se han establecido diversas clasificaciones de pendientes, siendo una de ellas la que agrupa las pendientes por clase, así:

CLASE	RANGO DE PENDIENTE EN %
I	0 - 12
II	12 - 25
III	25 - 50
IV	50 - 75
V	Mayores de 75

La hidrología

Este factor hace referencia al régimen de caudales, o sea, al volumen de la esorrentía, la sedimentación y la clasificación de corrientes en temporales o permanentes.

La hidrografía

Se refiere a las subcuencas que hacen parte de la cuenca, sus sectores, la forma de la cuenca y en general el análisis morfométrico del área de captación de la cuenca y su red de drenaje.

La geología

Es la que determina la red hidrográfica y el tipo de roca y suelo que predominan en una región. Para realizar prácticas de conservación y restauración de suelos debe conocerse primordialmente el material de origen de los suelos. Estos materiales o rocas que forman la corteza terrestre se clasifican según su origen en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Las rocas ígneas son las formadas por consolidación de magma, que es una materia fundida, localizada en las capas inferiores de la Tierra, donde se encuentran los materiales mezclados en una masa incandescente.

Las rocas sedimentarias son formadas por el transporte y sedimentación de materiales preexistentes, en su mayoría rocas ígneas más antiguas o primitivas.

Las rocas metamórficas son rocas ígneas o sedimentarias que han sufrido cambios más o menos grandes en su estructura y forma, por efectos de grandes presiones y altas temperaturas durante la formación de la corteza terrestre. De esta clase de rocas se habla en geología, agregándole el factor edad de la roca. Así, si la roca sedimentaria se formó en el período cretáceo, se habla de roca sedimentaria del cretáceo.

Es de gran importancia determinar si existen o no fallas geológicas en la zona de estudio, este es un factor imprescindible en el análisis de amenazas naturales. En los estudios a nivel más detallado se hacen subdivisiones de las rocas en grupo, etc.

La geomorfología

Trata de la forma que posee la corteza terrestre. La geomorfología se relaciona estrechamente con algunos factores formantes del suelo (clima, relieve, material parental, tiempo de formación del suelo). La geomorfología suministra especialmente datos de carácter práctico, como condiciones de drenaje, peligro de erosión o derrumbamiento, presencia de material de construcción, etc.

El clima

Es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en el manejo de cuencas. El clima condiciona los usos que se le pueden dar al suelo de una región determinada y es uno de los agentes que provoca erosión y degradamiento de los suelos. Del clima hay que tener en cuenta básicamente: la precipitación, la temperatura, los vientos, la humedad relativa, la nubosidad y el brillo solar.

Factores biológicos

Son los que tienen vida en la cuenca. Estos son:

- El suelo
- La vegetación
- La fauna
- La ecología



El suelo

Es necesario estudiar todas las características de los suelos, su material de origen, su relieve, la pendiente, la erosión, la fertilidad y el uso que se les está dando y el uso potencial (de acuerdo con sus características se indica la clase de cultivos más adecuados para dichos suelos).

La vegetación

Incluye los bosques naturales, los bosques artificiales, las clases de cultivos existentes, las praderas naturales (pastos) y otros tipos de cubierta vegetal (vegetación de páramo).

La fauna

En el manejo de cuencas no hay que olvidar el estudio de la fauna silvestre, la cual cumple un papel importante como integrante activo de los ecosistemas, participando en el ciclo de formación de nutrientes y cadenas tróficas que contribuyen a estructurar el medio biológico.

para el ser humano. Tienen, además, valor científico, estético, recreativo y son fuente de alimento, abrigo, sustancias medicinales, etc.

Valga resaltar que Colombia es uno de los países del mundo más ricos en fauna, por la diversidad de sus especies: cuenta en efecto con el 8 ó 10% de las especies del planeta. El compromiso de conservar las diferentes especies debe ser tarea que nos ocupe a todos, por los valores naturales, científicos y económicos que proporcionan.

La ecología

En el manejo de cuencas es necesario estudiar el medio desde el punto de vista ecológico, tanto en las áreas que se encuentran en estado natural como en las áreas que han sido intervenidas y usadas con fines diferentes al silvestre. Es decir, estudiar la comunidad con los organismos que viven y el medio donde viven o pueden vivir: los ecosistemas

Para el estudio de la ecología existen varias metodologías, una de ellas es la clasificación de regiones por *zona de vida*, otra por *provincias biogeográficas*, otras hablan de *regiones zoogeográficas*, otras hablan de *macroecosistemas*, etc.



Todas conducen a definir lugares con características naturales similares, donde en condiciones normales se dará una misma clase de formas biológicas y condiciones de vida.

En el país fue elaborado hace algunos años el mapa de zonas de vida de acuerdo con la metodología de Leslie Holdridge, la cual tiene en cuenta solo parámetros climáticos -como la precipitación, la temperatura y la humedad- para definir sus unidades básicas, zonas de vida o formaciones vegetales.

Esta metodología, aunque no es ideal, porque sólo considera algunos elementos del clima, es la más difundida en nuestro medio para clasificar provincias bióticas, es decir regiones que tienen similitudes en sus condiciones de vida. Según Holdridge, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las que tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tiene una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Constituyen una unidad bioclimática.

Factores humanos o socioeconómicos

El elemento fundamental del desarrollo de una cuenca hidrográfica es el ser humano, base de toda la planificación, puesto que él será el beneficiario directo de los planes que se adelanten. De ahí que primero deba hacerse un estudio de las condiciones prevalecientes en las comunidades humanas que habitan las cuencas, para mejorar esas condiciones.

A este factor del manejo de cuencas se le debe dedicar gran esfuerzo y trabajo. Se deben estudiar todos los aspectos socioeconómicos que influyan en la cuenca, así: población, origen, permanencia, incremento poblacional, mortalidad, educación, ocupación, vivienda, comportamiento social, liderazgo, necesidades, infraestructura, escuelas, puestos de salud, acueductos, energía, recreación, áreas ocupadas, formas de tenencia de la tierra, uso que se da a las tierras, prácticas agrícolas, prácticas pecuarias, prácticas de aprovechamiento forestal que utilizan, etc. Es decir, todos los aspectos de tipo social, cultural y económico, de la comunidad que vive en la cuenca.



Factores ambientales

El concepto de manejo de cuencas hidrográficas ha evolucionado en los últimos años. Hasta hace poco tiempo era normal, y aún subsisten algunos casos en que en la planificación y manejo de cuencas se tenga en cuenta solo el factor hídrico y se enfoque el manejo, por ejemplo, al control de inundaciones, el riego, la disminución de sedimentos, el agua para consumo humano, etc., sin tener en cuenta que las características biogeofísicas de una cuenca tienden a formar sistemas hidrológicos y ecológicos relativamente coherentes, que requieren por lo tanto de una planificación integrada, para evitar deterioros ambientales.

El medio ambiente, o sea lo que nos rodea, está centrado en el ser humano y consiste en la forma y función de aquellos ecosistemas que rodean y apoyan la vida humana.

Un ecosistema se puede definir como una unidad de organización formada por todos los organismos de un área que actúan entre ellos mismos y el medio ambiente físico. Existen innumerables ecosistemas en el mundo. Un ecosistema grande, por ejemplo una cuenca hidrográfica, contiene muchos otros ecosistemas: bosques, lagos, ríos, terrenos agrícolas, pastizales e incluso ciudades, cuya independencia es aparente, pues lo que hagamos en uno de ellos influirá en el otro, porque son interdependientes.

De esta interacción surge la necesidad de estudiar aspectos ambientales que condicionan las relaciones de los recursos, con el fin de evaluar en un momento determinado el impacto que le causa al ambiente el uso que hagamos de ellos. Para identificar las unidades de manejo es de gran importancia determinar los procesos denudativos, o procesos erosivos, como también las amenazas naturales que se puedan presentar en la zona de estudio. De esta forma se determina la fragilidad o vulnerabilidad de un *ecosistema*.

A continuación veremos en forma detallada todo lo referente a la erosión y a las amenazas naturales.

La erosión

La erosión es el arrastre del suelo por acción del agua o del viento. En la erosión intervienen agentes pasivos, activos e intermedios. El agente pasivo es el suelo, el cual se encuentra colocado en determinada condición de pendiente; los agentes activos son el agua y el viento, y el agente intermedio es la vegetación, la cual regula las relaciones entre el suelo, el agua y el viento.

Clases de erosión

Hay dos clases de erosión:

La erosión geológica o natural. La erosión acelerada.

La erosión geológica o natural

Es aquella que se produce normalmente sin la acción del hombre y por lo tanto está fuera de su control. Es tan lenta que pasa inadvertida y contribuye de cierto modo a la misma formación del relieve y la meteorización de las rocas. Actúan en este tipo de erosión el agua de las lluvias, las corrientes de los ríos, el mar, el viento, la temperatura y la gravedad.

Este tipo de erosión se sucede aun hoy día en tierras muy jóvenes del planeta y no es perjudicial; por el contrario es benéfica porque procura la estabilidad de la superficie y un equilibrio entre el suelo, la vegetación, los animales y el agua.

La erosión acelerada

La erosión acelerada o antrópica es la producida con la ayuda del ser humano, quien al cultivar el suelo destruye la vegetación protectora y rompe el equilibrio que la naturaleza ha establecido entre la formación del suelo y la erosión natural, causando así que la erosión adquiera velocidad y provoque grandes daños.

Las comunidades humanas favorecen la acción erosiva del agua y del viento, especialmente en los terrenos pendientes, al usar sistemas de cultivos y herramientas inadecuadas, talar los bosques o quemar la vegetación y construir obras o vías de comunicación.

Ejemplos de esta clase de erosión son: los desbordamientos de las quebradas y de los ríos, la pérdida de los suelos por escurrimiento y la formación de eriales por sobrepastoreo.

Formas de erosión

Al referimos a la erosión• nos referimos generalmente a la erosión acelerada o antrópica (causada por los humanos). En esta erosión hay agentes erosivos importantes como el viento y el agua. Si la erosión es causada por el viento, hablaremos entonces de la erosión eólica y si es causada por acción de las aguas, se conoce con el nombre de erosión hídrica. En Colombia el agua es el principal factor erosivo; la erosión eólica (viento) es menos frecuente. Ella es común en pequeñas áreas de regiones secas, sin vegetación y donde, en algunas épocas del año, se presentan fuertes vientos.

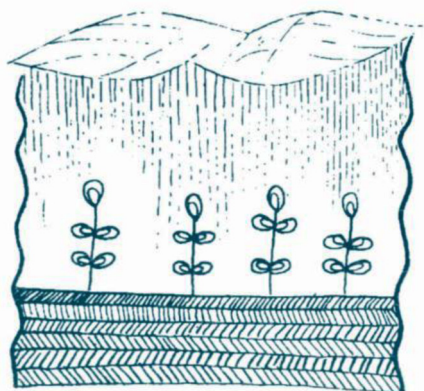
La erosión hídrica

Este tipo de erosión, producida por el agua, predomina en regiones húmedas y terrenos pendientes. Dada la configuración montañosa del país y las elevadas precipitaciones que se suceden en grandes regiones, es el tipo de erosión que más daño causa y la más frecuente, por lo que se convierte en la más importante para nuestro estudio, desde el punto de vista del manejo de cuencas hidrográficas

El suelo que se pierde por la erosión ocasionada por el agua es generalmente el más fértil, el que contiene la mayor cantidad de nutrientes para las plantas, el humus y todos los abonos; es productivo pero puede volverse completamente estéril. Estos terrenos fuertemente erosionados son difíciles de labrar porque forman una costra, se apelmazan y no absorben el agua.

Cuando en un terreno pendiente se quita total o parcialmente la cubierta vegetal del suelo, el agua de lluvia corre sobre dicho terreno más rápida y más caudalosamente. De este modo es como se inicia la erosión que origina grandes daños al suelo y a toda la vegetación que hay en él. En esta situación las inundaciones son más frecuentes y más intensas; a medida que evoluciona el círculo vicioso de la erosión es menor la cantidad de agua que se infiltra en el suelo para alimentar las corrientes subterráneas, y los manantiales, los terrenos pantanosos y los arroyos se secan más rápidamente, lo cual intensifica aún más la erosión. En estas condiciones, las consecuencias de las sequías ocasionales se agravan por la erosión hídrica, y cuando llegan lluvias el agua de éstas no hace más que aumentar el daño que ya sufre la tierra.

En Colombia, como en otros países del trópico y América Central, el cultivo agrícola ha resultado ser una empresa muy insegura en las regiones montañosas de gran pluviosidad, por la dificultad con que se tropieza para



contrarrestar la erosión hídrica en terrenos inclinados. En nuestro país la mayoría de la población está asentada sobre nuestras cordilleras, en tierras altas de precipitaciones anuales elevadas, donde tan pronto como un terreno se destina al cultivo agrícola, precedido normalmente de la tala del bosque y la quema, comienzan a aparecer los problemas erosivos por el agua. Las lluvias muy intensas arrancan fácilmente la capa arable de las pendientes cultivadas, lo que ocasiona en pocos años la desecación del terreno, inundaciones, colmatación de ríos que impi-

de su navegación en embarcaciones de mediano calado, antaño utilizadas, colmatación de represas y grandes pérdidas materiales y económicas. Por esto, el conocimiento de los fenómenos erosivos y su control se convierte en el eje del manejo de nuestras cuencas hidrográficas.

Se definen tres clases de erosión hídrica, atendiendo a la forma como el agua actúa en el suelo. Estas tres clases de erosión son:

- Erosión pluvial
- Erosión por escurrimiento o escorrentía
- Remoción en masa.

La erosión pluvial

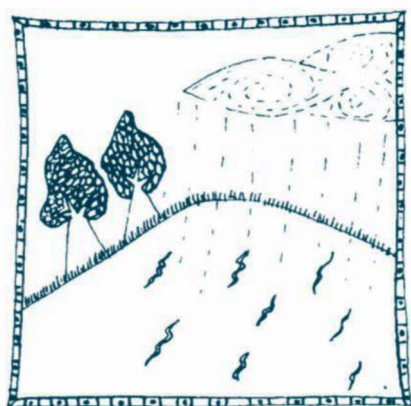
Es la erosión producida por el golpe de las gotas de lluvia al caer sobre el suelo desnudo (salpicadura). El agua lluvia ejerce su acción erosiva sobre el suelo mediante el impacto de las gotas, las cuales caen con velocidad y energía variable según sea su diámetro. La fuerza y tamaño de las gotas de lluvia caída ocasiona el desprendimiento de las partículas de los agregados del suelo y su dispersión.

La erosión pluvial deja las partículas finas en suspensión y luego el agua superficial las arrastra y se inician otras formas de erosión. Debido a que las partículas del suelo se desprenden ante todo por la acción de la lluvia, este proceso de desprendimiento conocido con el nombre de erosión pluvial es el primer fenómeno que se presenta en cualquier clase de erosión hídrica.

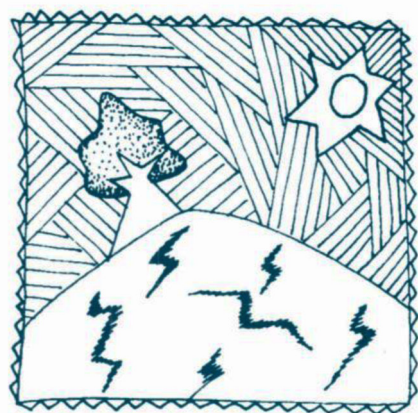
La erosión por escurrimiento o escorrentía

Cuando el agua lluvia no alcanza a infiltrarse en el suelo (debido a que la intensidad del aguacero es mayor que la velocidad de infiltración o a que el suelo está saturado) fluye por la superficie de terrenos pendientes (escorrentía) arrastrando el suelo desprendido. Según sean la pendiente, la cantidad de agua y la clase de suelo, se presentan diferentes formas de esta clase de erosión, definidas así:

- Escurrimiento difuso
- Erosión laminar
- Erosión de surcos
- Erosión en cárcavas
- Erosión regresiva remontante
- Terracetas.



Salpicadura



Surcos

• **Esgurrimiento difuso.** Es un tipo de erosión llamado normal, consiste en desplazamientos cortos de pequeñas partículas o en la formación de surquitos temporales. Ocorre aun en terrenos con buena cobertura vegetal.

• **La erosión laminar.** Es la remoción más o menos uniforme de una capa o lámina delgada de la superficie del suelo de un terreno inclinado. Se trata de una erosión más bien inapreciable porque la cantidad total de tierra removida durante un aguacero es generalmente pequeña. Sin embargo, con el paso de los años esta cantidad de tierra removida puede ser considerable.

Este tipo de erosión es común aun en suelos resistentes a la erosión. Cuando el agricultor la advierte, solo queda una capa muy delgada de suelo, las raíces de las plantas están desnudas o se ha lavado completamente el suelo hasta aparecer el subsuelo o la roca. También se observan cambios de color en algunas partes del terreno. La erosión laminar arrastra únicamente la capa superior del suelo.

• **La erosión en surcos.** Hay erosión en surcos cuando el agua de lluvia se reúne en algunos lugares y arrastra el suelo formando zanjitas a lo largo de la pendiente del terreno.

El desprendimiento y transporte de partículas de suelo son mayores en la erosión en surcos que en la erosión laminar. El número de surcos que se forman en una superficie determinada puede variar ampliamente, dependiendo de la irregularidad de la superficie del terreno y de la cantidad de velocidad del escurrimiento.

Los cultivos en sentido de la pendiente facilitan la concentración del agua de escurrimiento, formando los surcos. En pendientes menores al 20% estos surcos pueden ser borrados con herramientas de labranza para así evitar que aumenten su tamaño hasta formar cárcavas. La formación de surcos es frecuente en suelos susceptibles a la erosión.

• **La erosión de cárcavas.** Hay erosión en cárcavas o zanjones cuando el agua reunida en los surcos es tanta que arrastra más tierra año tras año, formando zanjas grandes, generalmente ramificadas y profundas, que no permiten el uso de maquinarias ni el cultivo.

La erosión en cárcavas se produce frecuentemente después de la erosión laminar y de la erosión en surcos, y ocurre cuando el escurrimiento en una pendiente aumenta en volumen o velocidad lo suficiente para socavar profundamente el suelo, o cuando el agua concentrada corre por los mismos surcos el tiempo suficiente para ocasionar entalladuras profundas.

A menudo se forman cárcavas en depresiones naturales de la superficie del terreno, donde se acumula el agua del escurrimiento. Con frecuencia se inician también las cárcavas en las rodadas y las huellas que hacen las máquinas agrícolas y el ganado al moverse arriba y abajo en los terrenos inclinados.

La intensidad y la amplitud de la formación de cárcavas guardan una íntima relación con la cantidad de agua del escurrimiento y su velocidad. Esta forma de erosión es común en suelos susceptibles a la erosión.



• **La erosión regresiva o remontante.** Una vez formados los surcos, cárcavas y derrumbes, la concentración del agua que escurre por ellos hace retroceder las entalladuras aumentando su tamaño y longitud (hacia arriba) hasta llegar en ocasiones a la cima de las laderas.

• **Terracetas.** (patas de vaca). Son los caminos en zigzag dejados en los potreros por el paso continuo del ganado (sobrepastoreo). El peso de los animales compacta el suelo, destruye la cobertura vegetal y origina a menudo calvas, surcos y cárcavas.

Remoción en masa

Es un movimiento de una masa de suelo causado por la infiltración del agua y la acción de la gravedad. Puede ser de movimiento o flujo lento como la solifluxión o de flujo rápido como los derrumbes. Las principales formas en que se presenta este fenómeno son:

- Deslizamientos
- Derrumbes
- Coladas de barro
- Solifluxión
- Desprendimientos y desplomes.

• **Deslizamientos.** Son movimientos de suelos en masa, rápidos, que ocurren por saturación y aumento del peso de la masa del suelo. El agua infiltrada encuentra capas inferiores de texturas más finas o impermeables, que facilitan el deslizamiento de la capa superior del suelo por lubricación y gravedad. Los deslizamientos se favorecen cuando se destruye la vegetación y se propicia la infiltración. Se pueden observar masas removidas que conservan su cubierta superficial sin dañarse.

• **Derrumbes.** Son desmoronamientos progresivos que se desplazan violentamente hacia abajo en zonas pendientes, por efectos del agua y la gravedad. Afectan toda clase de terrenos que presentan posteriormente pérdidas de suelo por escurrimiento del agua dentro de ellos. Este

tipo de remoción es frecuente en terrenos pendientes de todo el país, en las carreteras y ríos, debido al desbalance de las laderas por socavamientos en su base.

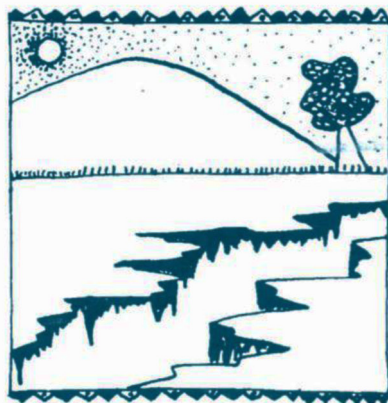
Tanto los deslizamientos como los derrumbes pueden originarse por problemas de solifluxión. Los derrumbes son causados por el agua, que al penetrar en el suelo encuentra debajo de la capa superficial, una capa dura, compacta, que no puede atravesar y hace resbalar la capa superior del suelo pendiente abajo.

• **Coladas de barro.** Son remociones de flujo rápido en forma de lodo ocasionadas por saturación de la capa superior de los suelos delgados, que sobrepasa el límite de liquidez en terrenos muy pendientes. El sobrepeso de árboles, animales y construcciones y los focos de infiltración favorecen la formación de coladas.

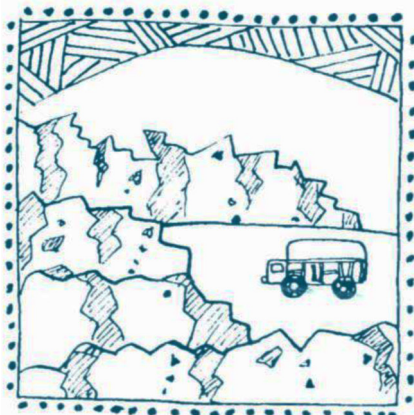
Se llaman golpes de cuchara cuando son estrechas y delgadas y dejan una cicatriz superficial semejante a una cuchara. Se presentan aun en los suelos con vegetación nativa, pero delgados y pendientes.

Solifluxión. Es un movimiento lento y progresivo de suelos que han alcanzado el límite de liquidez y que descansan sobre materiales arcillosos o rocas de baja permeabilidad, con planos favorables deslizamientos' o sobre zonas con materiales metamórficos en estado avanzado de meteorización. En algunos textos de mecánica de suelos se emplea el término reptación como sinónimo de solifluxión.

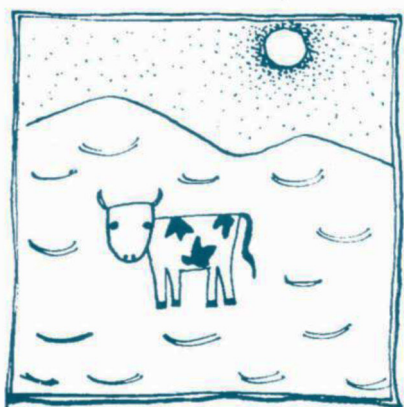
Los problemas de solifluxión son ocasionados por aguas internas provenientes de infiltración o corrientes subterráneas. Se notan por la presencia de postes o árboles inclinados y hundimientos suaves que forman terrazas que avanzan varios centímetros por año. No siempre se rompe la cubierta vegetal, lo que permite el cultivo, pero se pueden agravar hasta destruir terrenos, construcciones y carreteras. Si se propician los socavamientos, se agudiza el problema presentándose



Cárcavas



Derrumbes



Patas de Vaca



Quemas

desplomes, hundimientos, deslizamientos o derrumbes. Estos problemas pueden agravarse con la construcción de carreteras de estructuras pesadas y torres de transmisión de energía; también se propician con infiltraciones del terreno por rotulaciones, ahogamientos, etc.

- **Hundimientos.** Pueden ser rápidos o lentos. Los rápidos son causados por el lavado diferencial de materiales, ya que cada material, según su constitución, es lavado en forma diferente por disoluciones, por socavación o por falla de los estratos subyacentes y en áreas con corrientes subterráneas artesinas en estratos con materiales de baja estabilidad. También pueden producirse por excavaciones para construcciones, alcantarillados, etc. Los hundimientos lentos ocurren por consolidaciones naturales o sobre peso.

Desprendimientos y desplomes. Son caídas rápidas de tierra y roca producidas “en seco” por su pérdida de peso y de cohesión. Se presentan en bordes salientes

o salientes de formaciones rocosas, sobre las orillas de los ríos etc.

Factores que favorecen la erosión

Son múltiples los factores que favorecen e incrementan la erosión en los suelos agrícolas, forestales y de pastos. Sin embargo, puede afirmarse que el hombre es el principal factor, al alterar las condiciones ecológicas del lugar ya sea por necesidad, por ignorancia, o por aplicar técnicas inadecuadas en el uso de los recursos naturales renovables.

En la erosión del suelo existe una interacción de dos factores a saber: la lluvia y el suelo. Se sabe que un aguacero es capaz de provocar una erosión mucho más fuerte que otras lluvias juntas; mientras que una misma lluvia puede tener efectos muy diferentes sobre dos tipos de suelo. Por lo tanto, si queremos estudiar la erosión del suelo hacemos bien en separar estos dos factores.

El factor que se relaciona con la lluvia se denomina erosividad, mientras que el factor relacionado con el suelo se denomina erodabilidad.

Las podemos definir de la siguiente forma: la erosividad es la capacidad de una lluvia para producir erosión. La erodabilidad es la susceptibilidad del suelo a la erosión y se da en función de las características del suelo, del tipo de vegetación, y el uso y manejo de los terrenos.

El fenómeno erosivo resulta de la interacción de factores climáticos, topográficos, vegetativos, edáficos y por la acción humana. Algunos factores son controlables, otros no.

Factores y efectos de la erosión en los suelos

Estas interacciones pueden expresarse así:

$$E = F (CL, \text{veg}, \text{top}, s, h) t$$

Donde:

E =	EROSIÓN
F =	FUNCIÓN
CL=	CLIMA
veg =	VEGETACIÓN
top =	TOPOGRAFÍA
s =	SUELO
h =	HUMANOS
t =	TIEMPO

De una mejor forma podemos agrupar los factores que favorecen la erosión hídrica, así:

- El ser humano y sus acciones
- El tipo de suelo
- La pendiente (grado y longitud)
- El uso y manejo del suelo
- Las lluvias (frecuencia e intensidad)
- La vegetación.

A continuación describiremos someramente estos factores.

El ser humano y sus acciones

Existen numerosos factores antrópicos que no solo favorecen y aceleran los procesos de erosión, sino que limitan la aplicación de prácticas conservacionistas y de control. Los principales son:

- De tipo social
- De tipo económico
- De tipo técnico.

De tipo social y cultural

Los agricultores tienen ciertas creencias y costumbres muy arraigadas, que los hacen aplicar prácticas de cultivos indiscriminadamente, en terrenos planos y pendientes, susceptibles y resistentes a la erosión, húmedos y secos. Aunque el agricultor se da cuenta de los descensos en la producción, debido en parte a la erosión y el deterioro de la finca, desconoce las causas del problema y sus funestas consecuencias con el tiempo. Por no apreciar resultados benéficos de inmediato, no se decide a establecer sistemas más conservacionistas, continúa sus prácticas y en otras ocasiones la dependencia de un cultivo (ejemplo: el maíz) somete a los terrenos a mayores riesgos de erosión.

La adopción de prácticas de conservación de suelos también es impedida, a veces, por la necesidad de solucionar otros problemas más vitales del agricultor y su familia. Se siembran así cultivos limpios, es decir, las cosechas anuales que exigen limpiezas periódicas, las cuales producen un mayor ingreso a la vista y aseguran la rápida retribución al trabajo invertido, pero con el tiempo hacen que se disminuya la rentabilidad por efectos de la erosión.

El exceso de población en determinados lugares origina una inadecuada relación entre el suelo y el hombre. Cuando un número excesivo de

personas tienen que extraer su sustento de cada hectárea de terreno, se ejerce una gran presión de uso que da origen a prácticas y sistemas inconvenientes. Se destruyen los bosques para sembrar cosechas alimenticias y se ponen bajo cultivo laderas con pendientes excesivas. En muchos casos, el ausentismo y el poco interés de los propietarios, el desconocimiento sobre la vocación de uso de los suelos y la falta de conciencia de que el suelo es un patrimonio social, limitan las campañas antierosivas.

Los aparceros, mediadores, arrendatarios, entre otros, no están interesados en la ejecución de algunas prácticas de conservación, aun cuando estén convencidos de sus beneficios. La presión de la población y la demanda de alimentos y tierras pueden ser factores críticos en una campaña de conservación. Por ejemplo, en tiempos de escasez de alimentos, los inviernos e inundaciones graves presionan el uso de tierras muy pendientes en cultivos limpios, produciéndose una fuerte erosión.

De tipo económico

La estructura minifundista limita la acción de campañas conservacionistas, pues la comunidad generalmente no dispone de los recursos económicos necesarios para este tipo de inversiones. En ocasiones, la comunidad no está formada para solucionar sus problemas integralmente. Esto se hace aun más crítico cuando se trata de obras de ingeniería de beneficio común. En otros niveles, no se ha logrado convencer al agricultor de que las prácticas de conservación son rentables, al disminuir las pérdidas por erosión o al disponer de una base para tecnificar el cultivo de ladera.

Por falta de conocimiento, el agricultor no utiliza prácticas culturales adecuadas que tendrían costos similares a las que realiza. Cree que algunas prácticas de conservación son adiciones secundarias para el cultivo, cuando en realidad son obligadas e inherentes a la explotación misma. El establecimiento de prácticas mecánicas y obras de ingeniería es aun más difícil, pues sus costos son más altos, requieren de ciertos conocimientos técnicos, ciertas condiciones físicas y conservación constante, y los agricultores no se convencerán fácilmente de los beneficios económicos que reportarían.

De tipo técnico

La falta de un inventario y clasificación de tierras que especifique las relaciones roca-suelo-clima-planta-humano, ha limitado la recomendación de prácticas específicas para cada cultivo, material de origen, suelo y condiciones de los terrenos (grado y longitud de la pendiente). Otra barrera técnica es la falta de conocimientos experimentales y prácticos para definir la aplicación de determinadas prácticas culturales y de ingeniería.

La construcción de obras de ingeniería sin complementarlas con otras prácticas culturales, hace que muchos agricultores no tengan el éxito económico que esperan de ellas. La falta de evaluación periódica y mantenimiento de dichas obras también reduce su duración y eficiencia.

El tipo de suelo

Cada tipo de suelo tiene un comportamiento agronómico diferente y requiere un uso racional y un manejo adecuado para su conservación.

Las condiciones físicas y químicas de los terrenos imparten mayor o menor resistencia a la acción de las aguas. La susceptibilidad del suelo a la erosión se relaciona, en primer lugar, con las propiedades físicas del mismo. Como fue mencionado, una erosión del suelo comprende tanto el desprendimiento de las partículas como su transporte.

Generalmente, se observa que el desprendimiento es más fácil mientras aumenta el tamaño de las partículas (hacia cierto grado), mientras que el transporte es más fácil cuando las partículas son más pequeñas. Además de estas relaciones, es importante tener en cuenta la *cohesión* del suelo y la *permeabilidad*.

El material de los suelos sirve para clasificarlos por grados de resistencia que ofrecen a la erosión. Por ejemplo, entre el suelo de la zona cafetera la unidad de Fresno (cenizas volcánicas) es la más resistente a la erosión y las unidades originadas de los esquistos pizarrosos de la formación geológica “Piso de Villeta” son muy susceptibles a la erosión.

La pendiente

La pendiente tiene dos factores principales que influyen en la erosión: la *inclinación* (grado) y la longitud. A medida que aumenta la inclinación, crece el peligro de erosión porque el agua corre más rápidamente por la superficie y disminuye el tiempo para infiltrarse.

La longitud de la pendiente influye en la velocidad, energía y volumen del agua de escorrentía. La longitud de la pendiente se puede cortar o dividir con zanjillas, acequias y canales.

El grado de la pendiente es la diferencia de altura que hay entre dos puntos y se expresa en porcentaje de la distancia horizontal o a nivel que los separa.

El uso y manejo del suelo

El tipo de cultivo, su localización y manejo son factores que influyen en la conservación de los suelos.

Hay cultivos que son exigentes en desyerbas y labores, por lo cual ofrecen poca protección al suelo. También hay cultivos que permiten una conservación mayor de cobertura y mulch, como los semibosques y otros que ofrecen alta protección, como los pastos y los bosques.

Para localizar el cultivo deben tenerse en cuenta los factores de pendiente (grado y longitud), tipo de suelo (estabilidad) y lluvias (frecuencia e intensidad), en tal forma que ofrezcan el menor peligro de erosión.

El uso y manejo de los suelos desempeña un papel importante en la erosión, ya que si se hacen técnicamente constituyen factores temperantes de la misma, amortiguando el efecto de factores activos. Así, si un suelo se explota con terrazas, curvas de nivel, etc., las obras amortiguan o disminuyen el efecto de la erosión, lo cual no sucede en suelos que se explotan sin estos cuidados.

El manejo del suelo, las labores, su frecuencia y las herramientas que se utilicen influyen en la escorrentía y la infiltración. El uso de azadón puede promover la infiltración y disminuir la escorrentía, pero

como remueve y desmorona el suelo, éste queda en condiciones de ser arrastrado fácilmente por el agua.

El uso continuo de herbicidas impide el crecimiento de coberturas y los suelos se compactan, la infiltración es mínima y aumenta el peligro de erosión por el alto volumen de esorrentía.

Las quemas

El fuego ha sido una práctica tradicional de limpieza, especialmente en el establecimiento de cultivos y praderas a partir de bosques. En general esta costumbre es considerada útil por los agricultores debido a los buenos resultados aparentes, ya que facilita y rebaja los costos de limpieza y puede aumentar, en algunos casos, la fertilidad de suelos pobres y erosionados, por el aporte de cenizas ricas en Ca, Mg, K, Na. Las quemas pueden producir buenas cosechas iniciales sin aplicación de fertilizantes, pero en suelos fértiles esta aparente ventaja no se nota.

Cabe anotar que las quemas frecuentes producen erosión en los suelos ya que destruyen los microorganismos y la capa de materia orgánica que necesita miles de años para formarse.



Las lluvias

Toda erosión de suelo exige la presencia de agua sobre el terreno, cuya única fuente es la lluvia (omitiendo la erosión eólica).

Cuando la cantidad de agua lluvia excede la de absorción e infiltración, el agua excedente fluye sobre la superficie de los terrenos hasta llegar a un arroyo o río y luego al mar. Esta es la llamada agua de escorrentía. La velocidad y volumen de escorrentía están directamente relacionadas con la *intensidad y frecuencia* de las lluvias.

La intensidad de la lluvia es la cantidad de agua caída por un minuto. Por ejemplo: determinada cantidad de lluvia caída en 10 minutos ocasiona menor erosión que la misma cantidad caída en 5 minutos, porque en el último caso la lluvia tiene más intensidad.

La intensidad del aguacero es el factor pluviométrico más importante que afecta la escorrentía y la erosión, aunque ejerce mayor influencia sobre el segundo fenómeno.

La frecuencia de las lluvias es el tiempo entre un aguacero y otro. Si el tiempo entre los aguaceros es corto, habrá mayor erosión, porque el suelo estará lleno de agua y la que sobre correrá por la superficie en forma de escorrentía. Si el tiempo entre aguaceros es mayor, el suelo estará seco, con menos humedad y podrá absorber mayor cantidad de agua, evitando que se presente la escorrentía.

La duración de las lluvias es el tiempo total de caída de la misma. A mayor duración de la lluvia mayor es la erosión. La duración de la lluvia es el complemento de la intensidad, la asociación de las dos determina la precipitación total. El poder erosivo de las lluvias se origina en el impacto de la gota sobre la superficie y la escorrentía difusa del agua sobre la misma.

Existen lluvias suaves o poco intensas que no tienen poder erosivo, de tal forma se ha introducido un valor límite de erosividad que equivale a una intensidad de 25 mm/hora. Así que todas las lluvias con una intensidad menor de 25 mm/hora no se tienen en cuenta en la computación de la erosividad de las lluvias en cierto período. La erosión del suelo

ocurre sobre todo en aguaceros excepcionales. Datos de estaciones experimentales dentro de los trópicos indican efectivamente que uno o dos aguaceros son responsables del 50% de la erosión producida en un año.

La vegetación

La cubierta vegetal es la mejor defensa natural de un terreno contra la erosión. Todas las plantas, desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento, defienden el suelo de la acción perjudicial de las lluvias, en forma y proporción diferentes.

La vegetación, al interceptar el agua lluvia con su follaje, amortigua el golpe de las gotas, forma hojarasca y raicillas que disminuyen la velocidad y fuerza del agua, retienen y amarran el suelo, aportan materia orgánica y favorecen la infiltración del agua. Los tallos ofrecen un obstáculo al agua superficial y disminuyen su velocidad.

El tipo de vegetación tiene influencia diferente en las características del rendimiento del agua. Así, una pradera presenta mejor defensa contra la erosión; pero un bosque, haciendo similar trabajo, por efectos de sus raíces profundas favorece más la infiltración y percolación del agua en el suelo, mejorando la regularidad permanente del agua. Es decir, disminuye las crecidas por mayor absorción de agua y favorece el contenido en épocas críticas (verano).

La vegetación es nuestra herramienta en el manejo de cuencas, por lo cual se debe estudiar cuidadosamente el tipo de cobertura en cada caso específico, para no hacer un mal uso de ella. Hay que tener presente la mejor protección del suelo y las tres características del agua: cantidad, calidad y regularidad.

Grados de erosión

Es necesario evaluar la erosión, con el fin de determinar los daños causados por ella y los costos y beneficios de las prácticas de conservación o control. Al calificar un problema se debe determinar su dinámica, o

sea, la velocidad y tendencia de evolución del fenómeno erosivo y el área que afecta. Hay diferentes calificaciones y números de grados, según la utilización que se le vaya a dar a un reconocimiento de suelos, Gómez y Alarcón adaptaron una calificación de los grados de erosión según su intensidad, tomando como base el U.S. Soil Survey Manual, del servicio de reconocimiento de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, que es bastante funcional para los fenómenos erosivos del país. La calificación no siempre indica la justificación económica y social de programas de conservación, ya que puede haber problemas geológicos que solo con el tiempo y la acción de agentes naturales podrían corregirse.

Grados de erosión según su intensidad

GRADOS DE Erosión Hídrica

PROCESOS QUE OCURREN

NO HAY

Solifluxión
Hundimiento

No se aprecia pérdida de suelo por arrastre superficial.

EROSIÓN LIGERA

Erosión laminar
Erosión pluvial

La capa arable, cuando existe, se adelgaza uniformemente. No se aprecian huellas visibles de erosión.

La erosión laminar se presenta en menos del 25% del área

EROSIÓN MODERADA

Erosión laminar severa.

La capa arable ha perdido espesor. Se aprecian surquillos. Se presenta entre el 25 y el 75% del área del lote.

Solifluxión con pequeños hundimientos en semicírculo.
Terracetas.

EROSIÓN SEVERA

Erosión combinada (laminar, surcos, cárcavas). Coladas de barro.
Deslizamientos y derrumbes.

Pérdida casi total del horizonte orgánico.

Se presentan surcos frecuentes y cárcavas aisladas. Ocurre en más del 75% del área del lote.

EROSIÓN MUY SEVERA

Erosión en cárcavas.
Remociones masa les.

Cárcavas en una red densa.
Paisaje sin vegetación (eriales, badlands), derrumbes, deslizamientos, coladas de barro frecuentes y grandes.

Amenazas naturales

Determinar las amenazas naturales es un punto importante que no puede faltar en un estudio de zonificación ambiental. A continuación se describe lo que significa, cómo se puede presentar en la zona y cuáles son las amenazas más comunes en una cuenca dada.

Amenaza

Es un sinónimo de peligro y se refiere a cualquier evento, fenómeno o factor que es potencialmente peligroso, expresando la posibilidad de ocurrencia del mismo en el espacio y el tiempo.

Riesgo

Expresa la probabilidad de perjuicio o daño a vidas humanas y bienes en un lugar y en cierto período de tiempo. Corresponde a la clasificación de daños o cuantificación de los mismos, asociados con una o varias amenazas.

Vulnerabilidad

Es la condición de estar expuesto a una o varias amenazas y su capacidad para afrontarlas o soportar su acción convertida en evento. Hace referencia a poblaciones, actividades económicas, edificaciones, servicios públicos e infraestructura en general.

Elementos bajo riesgo

Son las poblaciones (o parte de ellas), edificaciones, estructuras, actividades económicas e infraestructura que corren el peligro de ser dañados.

Las amenazas más comunes son:

- Amenazas sísmicas
- Amenazas por procesos tectónicos
- Amenazas por factores climáticos
- Amenazas por movimientos en masa y remoción.

Amenazas en el área de estudio



Las amenazas de acuerdo a su génesis pueden clasificarse en endógenas y exógenas.

Las amenazas endógenas son las que se producen desde el interior de la Tierra, como volcanes y sismos, y las amenazas exógenas son las ocasionadas en la superficie, como los fenómenos marinos (únicamente en zonas costeras), fenó-

menos climáticos, inundaciones, sequías, que generan movimientos de masa principalmente en la parte montañosa del país por inestabilidad de terrenos.

A continuación se describen cada una de las amenazas naturales, de manera aplicada al área de estudio de nuestro ejemplo: el municipio de Guasca, Cundinamarca.

Amenazas volcánicas

El municipio de Guasca no presenta riesgo alguno de tipo volcánico debido a su ubicación geográfica sobre la cordillera Oriental, la cual está constituida principalmente por rocas sedimentarias, aunque sí puede tener influencia de material piroclástico (cenizas volcánicas) arrastrado por el viento desde el complejo volcánico de la cordillera Central: Volcán Nevado del Ruiz, Volcán Nevado Tolima, Volcán Machín, entre otros, ubicados a una distancia de 200 y 300 km. Al occidente del municipio.

Amenazas sísmicas

La litosfera (parte exterior de la Tierra, la cual es sólida) se encuentra conformada por diferentes fragmentos o placas móviles, que se desplazan unas en relación con otras. Estos desplazamientos son del orden de centímetros por año y el choque de las mismas produce altas presiones, que al liberarse generan energía. Un sismo es una liberación de esta energía elástica, a lo largo de las placas y de fallas geológicas. Colombia se encuentra ubicada en una zona de convergencia de placas tectónicas, lo cual la caracteriza como de alta sismicidad.

Evaluación Sísmica

La posición geográfica de la zona, como parte de la cordillera Oriental, y sus características hacen que fenómenos naturales diversos sean de común ocurrencia. Entre ellos pueden ser citados deslizamientos, actividad sísmica, etc. La actividad sísmica se constituye en un tipo de amenaza geológica a tener en cuenta, ya que a pocos kilómetros está localizada una de las fuentes sísmogénicas, el sistema de Fallas Frontal de la Cordillera Oriental (Falla de Guaicaramo), que según expertos puede generar sismos de magnitudes considerables, como la de 7.0 en la escala de Mercalli.

En la historia sísmica de Colombia existen evidencias de que algunos sistemas de Fallas han generado sismos de magnitud importante, con eventos destructores. El sector de Guasca no se encuentra afectado (localmente) por una



influencia tectónica que esté ligada a la sismología del área; sin embargo, debido a las consecuencias de tipo regional que tienen los eventos sísmicos, deben ser considerados los efectos telemétricos producidos por el sistema de Fallas de Guaicaramo. Por lo tanto, el área ha sido evaluada a nivel general como una zona de amenaza sísmica alta, dada la influencia tectónica del sistema de Falla de Guaicaramo y sus consecuentes eventos sísmicos.

Actividad sísmica reciente

En el sistema de Fallas de Guaicaramo ha sido comprobada una actividad sísmica reciente. A este sistema de fallas está asociada la Falla de Algeciras, donde en 1967 se produjo un sismo con magnitud de 6.3, que causó 98 muertos y muchas pérdidas en el área urbana de Bogotá.

El 19 de enero de 1995 la Red Sismológica Nacional de Ingeominas registró un sismo de magnitud 6.5 en la escala de Richter, localizado a 5.03 N, 72.95 W y profundidad somera, en la región del piedemonte llanero. Este sismo afectó un área aproximada de 500 Km. y se asignó para esta zona una intensidad de VIII en la escala de Mercalli. En Santa Fe de Bogotá la intensidad fue de VI. Este sismo está asociado con la Falla Frontal de la Cordillera Oriental.

Amenazas por procesos tectónicos

A todo lo largo de la margen oriental de la cordillera Oriental se prolonga una amplia zona de fallamiento de tipo compresional. Existen numerosos sismos de todo tipo, en cuanto a magnitud y profundidades focales (que llegan hasta unos 50 o 60 Km), que son asociables a la actividad de esta zona de fallamiento.

La Falla Frontal de la cordillera Oriental conforma el límite oriental de la placa del Caribe, la cual se prolonga hasta el golfo de Guayaquil. Los dos grandes sismos ocurridos en 1927 y 1834 apoyan esta hipótesis.

El tipo de fallamiento, su longitud y su posición, combinados con los parámetros de sismicidad, permiten asignar a la Falla Frontal de la cordillera Oriental una magnitud última posible de 8 en la escala Mercalli. Además, se observan en el área de estudio dos fallas bien definidas, las de Pericos y Sueva (ver mapa geológico en el anexo).

Amenazas por factores climáticos

Dentro de los fenómenos climáticos que tienen riesgo de presentarse en alguna ocasión en el municipio están las heladas. En términos meteorológicos se dice que la helada es “la ocurrencia de temperatura igual o menor a 0°C a nivel de 1.5 a 2 metros sobre el nivel del suelo”, y desde el punto de vista agrometeorológico podría definirse una helada como la temperatura a la cual los tejidos de la planta comienzan a sufrir daño.

Las heladas se originan por la pérdida de calor que sufren las plantas y el suelo, que ceden a la atmósfera durante la noche por medio de procesos de radiación, y requieren de ciertas condiciones locales tales como ausencia de viento, cielo despejado y baja humedad en el aire. El fenómeno de helada en Colombia es bastante más frecuente de lo que podría esperarse y es causante de millonarias pérdidas en la agricultura de las tierras altas del país. Afecta áreas localizadas a más de 2.500 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), especialmente en los meses secos del año.

En el municipio de Guasca, la parte del valle con mayor potencial agrícola registra una probabilidad de helada al año de 0.2 de acuerdo con Hurtado (1996); esto quiere decir que por lo menos en uno de cada cinco años se puede presentar el fenómeno de helada, riesgo que no es muy alto en comparación con otros sitios de la sabana.

En cuanto a amenazas por eventos de precipitación, de acuerdo con los análisis hidroclimatológicos se puede observar que el municipio se caracteriza por tener precipitaciones bajas a lo largo del año, sin picos representativos que puedan originar eventos de avenidas o inundaciones.

Además, la totalidad de sus corrientes son afluentes y nacen en el mismo municipio o en municipios aledaños. Sin embargo, el día 25 de julio de 1994 se registró una avalancha o flujo de escombros a lo largo de la quebrada El Uval, la cual afectó varias viviendas del municipio de Guasca, originó agrietamientos, algunos deslizamientos y destrucción parcial de acueductos veredales. Este fenómeno ocurrió por la ruptura de una presa ubicada a unos 7 Km. al suroccidente del casco urbano, a una altura de 3.200 m.s.n.m., cuyo flujo se desplazó a lo largo de la quebrada El Uval que desemboca en el río Chipatá, el cual finalmente entrega sus aguas al embalse de Tominé.

Según el informe técnico de Ingeominas, la falla de la presa ocurrió por pérdida del soporte en el material de cimentación a causa de erosión interna o tubificación producida por infiltración del agua del embalse. El informe agrega que la situación crítica de amenazas por la avalancha ya fue superada puesto que el embalse quedó totalmente vacío.

Amenazas por movimientos en masa y remoción

De los eventos tratados, el que presenta más importancia es el relacionado con la erosión y movimientos en masa, para lo cual se elaboró un cuadro donde se evalúan los diferentes parámetros para cada unidad fisiográfica, en forma cuantitativa de “peso” de acuerdo con la susceptibilidad e incidencia, a los procesos denudativos.

La erosión y los movimientos en masa fueron foto interpretados y observados en campo para categorizarlos en la fisiografía; la profundidad efectiva se extrajo de acuerdo con el estudio de suelos y la textura. La intensidad de lluvia se calculó de acuerdo con los datos obtenidos en las estaciones ubicadas en la zona.

A continuación presentamos el índice de Fournier para determinar la precipitación media anual.

Índice de Fournier

$$R = \frac{P_2}{P}$$

Donde: P: Precipitación media mensual del mes más lluvioso
 P: Precipitación media anual

La densidad de vegetación tipo de uso actual e intensidad de uso se analizaron a partir de los mapas temáticos de cobertura vegetal, uso del suelo y de la fotointerpretación.

Para realizar la ponderación de los parámetros, se les dio valores de 1 a 10 con excepción de los tratados en grado de pendiente e intensidad de lluvia, que tienen valores de 1 a 20 por representar componentes de mayor incidencia en la dinámica de los procesos denudativos. De la siguiente forma:

Consociación de material

Buena	1 - 3
Mala	4 - 6
Pobre	7 - 10

Longitud de Pendiente

Corta	1 - 3
Media	4 - 6
Larga	7 - 10

Erosión en Masa

Ligera	1 - 3
Moderada	4 - 6
Severa	7 - 9
Muy severa	10

Grado de Pendiente

0 - 3	1 - 2
3 - 7	3 - 5
7 - 12	6 - 8
12 - 25	9 - 11
25 - 50	12 - 14
50 - 70	15 - 17
> 70	18 - 20

Profundidad Efectiva

Profunda	1 - 4
Moderada	5 - 7
Superficial	8 - 10

Textura

F y A	1 - 4
FA	5 - 7
FAR	8 - 10

Intensidad de Lluvia

Baja	1 - 7
Media	8 - 14
Alta	15 - 20

Densidad Vegetación

Densa	1 - 3
Moderada	4 - 6
Rala	7 - 9
Descubierta	10

Tipo de Uso Actual

Protector	1 - 3
P.Productor	4 - 6
Productor	7 - 10

Intensidad de Uso

Baja	1 - 4
Media	4 - 6
Alta	7 - 10

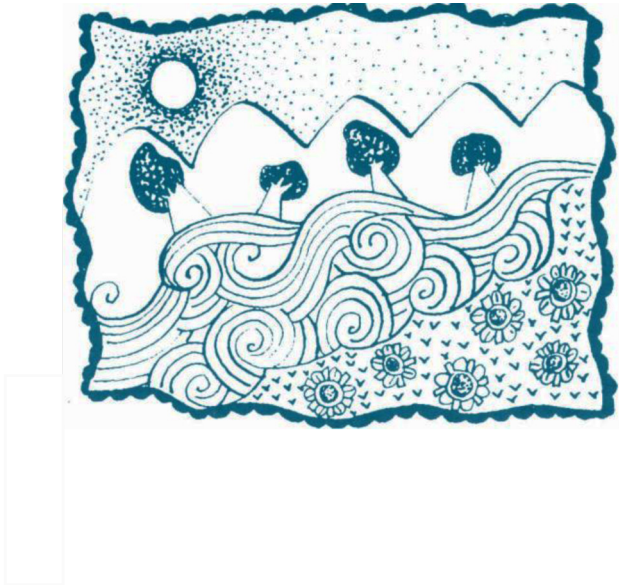
Los valores se distribuyen por rangos, los cuales tienen correspondencia con la calificación resultante del análisis y varían de acuerdo con las características de cada parámetro relacionado con los diferentes componentes de la zona donde se ubica la unidad fisiográfica.

La suma de los máximos valores de la ponderación daría un valor absoluto de 120, sin embargo los totales van de 40 a 72 como valores relativos.

El mapa de amenazas se realizó a partir del valor de “peso” de cada unidad de terreno y se dividió en rangos teniendo en cuenta los siguientes valores relativos de:

40-45	Baja susceptibilidad	S1
56-70	Media susceptibilidad	S2
71-85	Alta susceptibilidad	S3

(Ver mapa de amenazas naturales en el anexo).



Amenazas naturales por procesos de erosión y remoción en masa																						
Unidad Suelo	Consolidación Material	Grado Pendiente	Longitud Pendiente	Erosión y Movimiento Masa	Profundidad Efectiva	Textura	Intensidad Lluvia	Densidad Vegetal	Tipo uso actual	Intensidad del uso	Total	Amenaza										
HMAg	Buena	3 > 70	20	Corta	3	Moderada	5	Superficial	8	FA	5	Meda	14	Rala a moderada	5	Protector	3	66	Meda			
HMBf	Buena	3 50 - 70	17	Corta	3	Ligera	2	Superficial	8	FA	5	Meda	14	Rala a moderada	5	Protector	3	60	Meda			
HMCf	Moderada	6 50 - 70	16	Corta	3	Ligera	2	Moderada	6	FAr	8	Meda	14	Moderada	5	Protector	3	63	Meda			
HMCe	Moderada	6 25 - 50	14	Larga	7	Moderada	5	Profunda	3	Ar	8	Meda	14	Moderada	4	Protector	3	64	Meda			
HMDc	Moderada	6 25 - 50	14	Meda	5	Ligera	1	Profunda	4	Ar	9	Meda	14	Rala a moderada	5	Protector	3	61	Meda			
HMEc	Moderada	6 7 - 12	6	Larga	7	Ligera	2	Moderada	6	F	4	Meda	13	Rala a moderada	5	Protector	3	52	Baja			
HMEd	Moderada	6 12 - 25	9	Larga	7	Ligera	2	Superficial	8	F	4	Meda	14	Rala a moderada	5	Protector	3	58	Meda			
HMFd	Pobre	8 12 - 25	9	Meda	5	Ligera	2	Profunda	4	FAr	8	Meda	12	Moderada	4	Protector	3	55	Baja			
HMFf	Pobre	9 25 - 50	14	Meda	5	Moderada	5	Moderada	6	FAr	8	Meda	13	Moderada	4	Protector-productor	4	3	70	Meda		
FMVg	Buena	3 > 70	20	Corta	3	Moderada	6	Superficial	8	FA	5	Meda	11	Moderada	4	Protector-productor	4	Meda	5	69	Meda	
FMBf	Buena	3 50 - 70	17	Corta	5	Ligera	2	Moderada	6	FA	5	Meda	12	Moderada	4	Protector	3	57	Meda			
FMBe	Buena	3 25 - 50	14	Corta	2	Ligera	2	Moderada	6	FAr	7	Meda	11	Muy densa	1	Protector	3	49	Baja			
FMBg	Buena	3 > 70	19	Corta	3	Ligera	2	Superficial	8	FA	5	Meda	11	Moderada	4	Protector	3	57	Meda			
FMCc	Buena	3 7 - 12	6	Larga	7	Ligera	1	Profunda	4	F	4	Meda	10	Densa	2	Protector	3	40	Baja			
FPCd	Buena	3 12 - 25	9	Meda	5	Ligera	2	Profunda	4	FAr	7	Meda	11	Moderada	5	Protector	3	48	Baja			
FPAf	Pobre	8 12 - 25	9	Meda	5	Ligera	2	Moderada	6	FA	5	Meda	11	Rala	8	Protector-productor	6	Alta	8	68	Meda	
FPBc	Pobre	8 7 - 12	6	Larga	7	Ligera	1	Profunda	4	FAr	7	Meda	10	Rala	8	Protector-productor	6	Alta	8	65	Meda	
FPBd	Pobre	8 12 - 25	9	Larga	7	Ligera	1	Profunda	4	FA	5	Meda	10	Rala	8	Protector-productor	6	Alta	8	66	Meda	
FPCe	Pobre	8 25 - 50	14	Corta	3	Moderada	5	Superficial	8	A	4	Meda	9	Moderada	6	Protector-productor	6	Alta	8	71	Alta	
FPDf	Pobre	8 25 - 50	14	Corta	3	Moderada	5	Superficial	8	FA	4	Meda	10	Moderada	6	Protector-productor	4	Meda	5	67	Meda	
FRAa	Pobre	8 0 - 3	1	Larga	7	Ligera	1	Profunda	3	F	5	Meda	8	Rala	8	Productor	6	Alta	8	56	Meda	
SWAe	Buena	3 25 - 50	14	Corta	3	Moderada	5	Superficial	8	FA	4	Baja	6	Rala	8	Protector-productor	4	Meda	5	60	Meda	
SWAf	Buena	3 50 - 70	17	Corta	3	Severa	9	Superficial	8	FA	4	Baja	6	Rala	8	Protector-productor	6	Meda	5	71	Alta	
SPAd	Pobre	8 12 - 25	9	Meda	4	Moderada	5	Superficial	8	FA	4	Baja	5	Rala	8	Protector-productor	6	Alta	8	65	Meda	
SPAc	Pobre	8 7 - 12	6	Larga	7	Moderada	4	Superficial	8	FA	4	Baja	5	Rala	8	Protector-productor	6	Alta	8	66	Meda	
SPBe	Pobre	8 25 - 50	14	Meda	5	Severa	9	Superficial	8	FA	4	Baja	4	Rala	8	Protector-productor	4	Alta	8	72	Alta	
SPCe	Pobre	8 25 - 50	19	Meda	6	Muy Severa	10	Superficial	8	FA	4	Baja	5	Rala	8	Protector-productor	8	Baja	3	74	Alta	
SPDb	Pobre	8 3 - 7	3	Larga	6	Ligera	1	Superficial	8	FA	4	Baja	4	Rala	8	Protector bajo	8	Baja	3	5	53	Baja
SPFe	Pobre	8 25 - 50	14	Meda	5	Moderada	5	Superficial	8	FA	4	Baja	4	Rala	8	Protector	6	Meda	5	64	Meda	
SWAa	Pobre	8 0 - 3	1	Larga	6	Ligera	1	Superficial	8	FA	4	Baja	6	Rala	8	Protector	6	Alta	8	59	Meda	

Fuente: Cálculo Equipo de Profesionales Aspeco (Asociación Ecológica Colombiana), 1996.
 Nota: Este cuadro corresponde a las amenazas naturales que se presentan en el municipio de Guasca en el departamento de Cundinamarca.



Diagnóstico de la situación ambiental actual

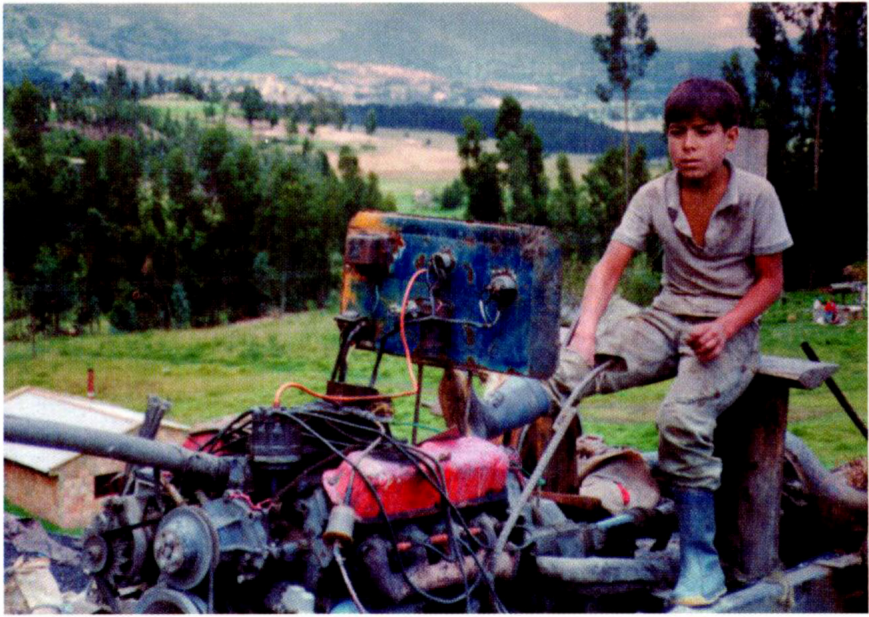
Una vez se ha desarrollado completamente la línea base y se han identificado todos los factores que interactúan en el espacio biogeográfico, social y económico de la cuenca, se entra a definir la situación o estado actual de la misma.

Se analizan las diferentes actividades que tienen lugar en la cuenca, como por ejemplo:

- Actividad agrícola
- Actividad pecuaria
- Actividad minera
- Actividad agroindustrial
- Aspectos socioeconómicos
- Aspectos culturales y turísticos.







En el siguiente capítulo se presenta un ejemplo de la forma como se ha aplicado la metodología presentada para determinar la zonificación ambiental. El caso que vamos a tomar es el municipio de Guasca, Cundinamarca. A dicho municipio le corresponden cinco microcuencas.

No se presenta toda la información procesada sino los resultados finales de cada uno de los elementos que intervienen en la zonificación.

A continuación se presenta un cuadro con el resumen de la línea base elaborada para el municipio de Guasca, el cual es el punto de partida para la zonificación ambiental.

Resumen de línea base									
Unidad de Suelo	Área en has	Clase Agrológica	Material Parental	Cobertura Vegetal	Erosión y Movimiento en Masa	Pendiente	Profundidad Efectiva	Limitante	Uso Actual
HMAg	9126	VIII	Areniscas	Bosques naturales, bosques plantados, vegetación de páramo	Moderada, desprendimientos localizados	> 70%	Muy superficial	Roca de areniscas	Ninguno
HMBf	1983	VIII	Areniscas	Bosques naturales y vegetación de páramo	Hídrica, laminar, ligera	50%	Superficial a moderadamente profundo	Roca, de areniscas	Sin uso
HMCf	1119	VIII	Cenizas volcánicas	Bosques naturales, vegetación de páramo, pastos naturales	Hídrica, laminar, ligera a moderada	50%	Profundo		Ganadería extensiva, reforestación con eucalipto y pino
HMCe	632	Vice	Cenizas volcánicas sobre esquistos	Bosques naturales con actividades agropecuarias					
HMDc	333	Vice	Cenizas volcánicas sobre lutitas	Bosques naturales y vegetación de páramo	Ligera	37%	Profundo		Ninguno
HMEc	138	Vc	Areniscas	Actividades agropecuarias, pastos naturales y vegetación de páramo	Ligera	3%	Superficial	Gravilla	Pastoreo
HMEg	1854	Vc		Actividades agropecuarias y vegetación de páramo					
HMFd	1247	Vc	Aluvial	Actividades agropecuarias	Hídrica, laminar, ligera a moderada	3%	Superficial	Esquistos semiangulosos Nivel freático	Rastrojo Sin uso
HMFf	82	Vice		pastos naturales					
FMAg	1,966	VIII	Areniscas	Bosque plantado y rastrojo	Moderada	> 75%	Superficial	Piedra	Ninguno
FMBf	2011	Vile	Cenizas volcánicas	Bosque natural, bosque plantado, pastos manejados	Hídrica, laminar, ligera	35%	Profundo		Ganadería extensiva con pasto kikuyo
FMBc	1258	Vle	alteradas sobre areniscas						
FMBg	403	VIII							
FMCc	456	IIIs	Areniscas	Bosque plantado, pastos manejados, actividades agropecuarias	Hídrica, laminar, ligera	12%	Moderadamente profundos	Arenisca consolidada	Ganadería extensiva
FMCd	1940	IVes							
FPAd	825	Ives	Coluviolitos	Pastos manejados, actividades agropecuarias	Laminar, ligera	12 y 25%	Moderadamente profundos		Ganadería extensiva pasto kikuyo
FPBC	2,131	IIIs	Cenizas sobre arcillas y areniscas	Bosques plantados y actividades agropecuarias	Laminar, ligera	12 - 25%	Profundo		Ganadería extensiva pasto kikuyo
FPBd	2,059	IVes							
FPCe	302	Viles	Afloramiento material	Pastos manejados, actividades agropecuarias	Hídrica moderada	25 - 50%	Superficiales incipientes, rejuvenecidos		Pastos manejados y cultivos Sin uso
FPDf	219	Vle	Areniscas	Bosques plantados y actividades agropecuarias	Hídrica, moderada	50 - 75%	Superficiales		
FRaA	910	IIIs	Aluvial	Actividades agropecuarias	Ligera	0 - 3%	Profundos		Misceláneos de cultivos
SMaE	155	Ve	Areniscas - Arcillolitas	Actividades agropecuarias	Hídrica, laminar severa	20 - 26%	Superficial	Roca coherente Horizonte argílico	Cultivos de papa
SMAl	64	Vle	intercaladas con arenisca	pastos manejados					ganadería ovina extensiva
SPAd	1888	Ives	Sedimentos coluviales	Actividades agropecuarias, bosques plantados	Moderada en general (surcos y cárcavas)	8%	Superficial	Horizonte argílico	Ganadería extensiva, pasto kikuyo, cultivos de papa, maíz y trigo
SPAc	476	IVs							
SPBc	1,373	Ne							
SPBe	560	Viles	Sedimentos glacio fluviales	Actividades agropecuarias	Severa - surcos, cárcavas	25 - 50%	Superficial	Piedra	Ganadería extensiva Sin uso
SPCe	332	VIII	Areniscas (roca descompuesta)	Pastos manejados y rastrojo	Severamente erosionados, cárcavas y surcos	> 50%	Superficiales	Roca descompuesta	
SPDb	224	IVs	Arcillas	Bosque plantado, pastos manejados	Ligera	12%	Superficiales, moderadamente profundos		Ganadería extensiva pasto kikuyo
SPEc	20	Viles	Areniscas	Pastos manejados, rastrojo	Erosión moderada	12-26-25%	Muy superficial	Rocas	Ganadería extensiva pasto kikuyo
SIaA	932	IVh	Aluvial, cantos heterométricos	Bosque plantado, actividades agropecuarias	Hídrica, laminar, ligera	0 - 3%	Muy superficial	Oscilaciones de nivel freático, cantos	Ganadería extensiva, cultivos de trigo y cebada

Recapitulación

La zonificación ambiental de una cuenca hidrográfica debe contemplar todos los elementos de la naturaleza y quien los modifica, de manera que cada uno de ellos se integre positivamente al desarrollo de la misma, con miras al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes, sin causarle deterioro al balance natural.

La base conceptual y metodológica para realizar la zonificación ambiental, busca identificar las unidades de manejo ambiental, cuya caracterización, especialización y representación cartográfica constituyen el principal soporte para la planeación ambiental.

Los conceptos ambientales que orientan el proceso de zonificación ambiental son los de oferta, demanda y conflictos, los cuales conducen a determinar las unidades de manejo ambiental.

La línea base busca la caracterización de la cuenca en sus aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos, fundamentados en criterios técnicos resultantes del análisis y ponderación de los distintos factores que inciden en el desequilibrio del ecosistema generalmente de la cuenca hidrográfica.

Evaluación

1. Defina zonificación ambiental y su relación con la planeación ambiental.
2. Describa los procesos que dan paso a la zonificación ambiental.
3. Describa las unidades de oferta y demanda ambiental.
4. Enumere los factores que intervienen en la línea base.
5. ¿Qué áreas conforman las unidades de manejo?

