

**GESTIÓN Y POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL, PARA EL MANEJO
SOSTENIBLE Y USO ECOEFICIENTE DEL PATRIMONIO NATURAL EN
COLOMBIA**



RICARDO ÁLVAREZ-LEON¹

Biólogo Marino. M.Sc.
Asesor y Gestor Ambiental

HENRY GONZÁLEZ-GONZÁLEZ²

Ingeniero Ambiental.
Asesor y Gestor Ambiental

GONZALO DUQUE-ESCOBAR³

Ingeniero Civil.
Profesor Universidad Nacional de Colombia

¹ Fundación Verdes Horizontes. Manizales (Caldas) Colombia, ricardoalvarezleon@gmail.com

² Soluciones Arquitectónicas y Ambientales Asesores Consultores. Manizales (Caldas) Colombia, gonzalezg.henry@gmail.com

³ Museo Interactivo Samoga. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Manizales (Caldas) Colombia, gonzaduque@gmail.com

Imagen: del V.N. del Ruiz. Fotografía de Jaime Duque.Escobar

Manizales (Caldas) Colombia

Octubre 12 de 2016

Tabla de contenido

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	6
MOTIVACIÓN Y BIENVENIDA	7
DESARROLLO DE LOS TEMAS PROPUESTOS Y SUS OBJETIVOS	7
Gestión ambiental y sistemas de gestión ambiental municipal.....	7
Instrumentos internacionales para la gestión ambiental	7
Ordenamiento ecológico del territorio	8
Biodiversidad y espacios naturales.....	8
Saneamiento básico e información ambiental	9
INTRODUCCIÓN GENERAL	9
EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO	12
Antecedentes.....	12
Criterios rectores del ordenamiento territorial.....	13
Identidad Cultural.....	13
Sostenibilidad	13
Competitividad.....	13
La Participación Ciudadana	14
Actores de la Sociedad Civil	14
Bases metodológicas.....	14
La Cuenca Hidrográfica en el Rol de la Planificación	15
Fundamentación	16
Límites Jerárquicos de la Cuenca.....	26
Ordenación Territorial desde la Cuenca Hidrográfica	27
Plan de Ordenamiento de Cuenca	27
Planes Territoriales	27
POT	27
PBOT	27
POT	27
Autoridades Ambientales	27
PGAR.....	27
Plan de Acción	27
Preparación institucional.....	29

Fase aprestamiento institucional	29
Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas	31
Fase de Aprestamiento	31
Fase de Diagnóstico	33
Fase de Prospectiva	34
Fase de Formulación	34
Fase de Ejecución del Plan	36
Fase de Seguimiento y Evaluación.....	37
Determinación de los Estudios Básicos sobre Gestión del Riesgo (Decreto 1807 de 2014).....	37
ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD	39
Justificación	42
Grandes Temas de Referencia.....	42
Principios ecológicos de la concepción ambiental	42
Análisis de componentes del sistema ambiental	43
Orígenes históricos de la problemática ambiental	43
Los problemas ambientales desde la perspectiva ecológica	43
Problemas ambientales colombianos	43
La concepción ambiental del desarrollo.....	44
Principios Ecológicos de la Concepción Ambiental	45
Análisis de Componentes del Sistema Ambiental.....	46
Orígenes Históricos de la Problemática Ambiental.....	46
Los Problemas Ambientales desde la Perspectiva Ecológica.....	47
Problemas Ambientales Colombianos	48
La Concepción Ambiental del Desarrollo.....	50
Herramientas para la Resolución de Conflictos Ambientales	52
SANEAMIENTO BÁSICO.....	56
Introducción	57
EL AGUA Y LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS	59
El Agua	59
Cuenca Hidrográfica	59
Uso y Aprovechamiento de Cuencas Hidrográficas.....	61
Ciclo Natural del Agua	63
Estimaciones de Agua para Potabilización	66
Toma y Almacenamiento de Agua Cruda	68

Captación de las Aguas	68
Oferta Ambiental	69
Cuencas aéreas: Aprovechamiento de Agua Lluvia	70
Captación de Agua Lluvia	72
Distribución y Bombeo	75
EL AGUA Y LOS PLANES DEPARTAMENTALES DE AGUA (PDA's)	77
Antecedentes y Justificación.....	77
Definición y Principios Fundamentales	78
Climatología.....	80
Fundamentación	81
Fluctuaciones y Variabilidad	82
La Atmósfera: Protectora de la Biosfera	82
Composición de la Atmósfera	83
Capas de la Atmósfera	83
La Capa de Ozono, Delgada Protección de la Vida Terrestre	84
Destrucción de la Capa de Ozono	85
El Agujero en la Capa de Ozono	86
Distribución del Ozono en Colombia.....	86
El Clima en Colombia	87
Lluvias.....	87
Distribución Temporal de las Lluvias en Colombia	88
Comportamientos Lluviosos Generales	90
Condiciones Climáticas del Departamento de Caldas	90
Balance Hídrico de una Región	93
A MODO DE EPÍLOGO.....	96
Bosques en la cultura del agua.....	96
El ocaso del bosque andino y la selva tropical	98
Un SOS por la <i>Bambusa guadua</i>	100
Colombia, país de humedales amenazados	102
Páramos vitales para la Ecorregión Cafetera	104
Nuestro frágil patrimonio hídrico	106
Nuestras aguas subterráneas.....	108
Las cuentas del agua.....	111
Las dinámicas del clima andino	113

Sol, clima y calentamiento global.....	114
Acciones frente al clima y el “desarrollo”	116
Clima extremo, desastres y refugiados.....	118
Bioturismo y adaptación ambiental para la ecorregión cafetera	120
Bibliografía de soporte y complemento para el Epílogo.....	123
Bibliografía citada en el texto.....	125
Bibliografía complementaria sugerida.....	130

ANEXOS

Anexo 1.....	138
Anexo 2.....	138
Anexo 3.....	138
Anexo 4.....	142
Anexo 5	144
Anexo6.....	143
Anexo 7.....	143
Anexo 8.....	143
Anexo 9.....	143
Anexo10.....	143
Anexo 11.....	143
Anexo 12.....	144
Anexo 13.....	145

Figura 1. Modelo general de una Cuenca. (www.mashpedia.es).....	17
Figura 2. Esquema del sistema de la Cuenca Hidrográfica según Osorio (2010). 19	
Figura 3. Componentes de la cuenca, según Escobar et al. (2014).....	20
Figura 4. Interacciones socio-naturales en la cuenca según Escobar et al. (2014).	24
Figura 5. Representación del Sistema Cuenca Hidrogáfica según Escobar et al. (2014).....	26
Figura 6. Jerarquía normativa planes de ordenamiento y manejo según González- González (2015).....	27
Figura 7. Esquema organizativo, según Osorio (2010)	29
Figura 8. Sistema típico de captación de agua lluvia en techos (CEPIS).....	72
Figura 9. Áreas de captación para tres tipos de techo, según TWDB (2005).....	73
Figura 10. Tejados y canales, según www.bloghabita.com	74
Figura11. Conducción y almacenamiento según www.revartdr.org	75
Figura12. Socialización de sistemas de almacenamiento según www.aecid.es ..	75
Tabla 1. Volúmenes de agua en el globo terráqueo65	
Tabla 2. Requerimientos de instalaciones hidráulicas.....	76
Tabla 3. Condiciones climáticas generales de Colombia	89

RESUMEN

El presente trabajo es una recopilación de experiencias personales de los autores, de documentos e de información relacionada con el tema de interés: la gestión ambiental en todas las dimensiones. Los documentos incluidos cuentan con las correspondientes citas de autor o autores, personales o institucionales. Es una guía base elaborada para llevar a cabo un acompañamiento personal. Este documento se ofrece para tener unas ideas base a quienes repliquen sus experiencias, manteniendo el proyecto que se propone y desarrollarlo objetividad y calidad. Se incluyen entonces como temas centrales: (1) Gestión Ambiental y Sistemas de Gestión Municipal, (2) Instrumentos Internacionales para la Gestión Ambiental, (3) Ordenamiento Ecológico del Territorio, (4) Biodiversidad y Espacios Naturales, (5) Introducción General al Ordenamiento Ecológico del Territorio, (6) Bases Metodológicas, (7) Ecología y Biodiversidad, (8) Saneamiento Básico, (9) El Agua y Las Cuencas Hidrográficas, (10) El Agua y los Planes Departamentales del Agua, (11) A Manera de Epílogo (Estudios de Caso Nacionales y Regionales), y (12) Anexos 1 a 12 (Normas Nacionales e Internacionales, Convenios, Acuerdos y Tratados, Documentos de Debate, Acrónimos). Finalmente, se sugiere una bibliografía seleccionada, así como enlaces a libros y publicaciones científicas y técnicas de soporte, que igualmente servirán de consulta permanente.

Palabras Claves: gestión ambiental, ordenamiento ecológico, biodiversidad, ecología general, saneamiento básico, agua y clima, cuencas hidrográficas, estudio regionales, deforestación.

ABSTRACT

The present work is a compilation of personal experiences of the authors, documents and information related to the topic of interest: environmental management in all dimensions. The documents included have the corresponding citations of authors or authors, personal or institutional. It is a basic guide developed to carry out a personal accompaniment. This document is offered to have some basic ideas for those who replicate their experiences, maintaining the project that is proposed and developing it objectivity and quality. The following are central themes: (1) Environmental Management and Municipal Management Systems, (2) International Instruments for Environmental Management, (3) Ecological Territorial Management, (4) Biodiversity and Natural Spaces, (7) Ecology and Biodiversity, (8) Basic Sanitation, (9) Water and Watersheds, (10) Water and Departmental Water Plans, (11) A Way of Epilogue (National and Regional Case Studies), and (12) Annexes 1 to 12 (National and International Norms, Agreements, Agreements and Treaties, Debate Documents, Acronyms). Finally, we suggest a selected bibliography, as well as links to books and scientific publications and technical support, which will also serve as a permanent consultation.

Key words: environmental management, ecological management, biodiversity, general ecology, basic sanitation, water and climate, watersheds, regional studies, deforestation.

MOTIVACIÓN Y BIENVENIDA

Damos el más cordial y sincero saludo de bienvenida a todos los lectores de este aporte científico y técnico y a las instituciones que representan. Será una oportunidad irrepetible de conocer con algún detalle las particularidades de esta temática, del medio ambiente y sus componentes, la forma como interactuamos con él, los beneficios de tener unas relaciones armónicas y también los peligros de ir en contra de la naturaleza. Con diferentes recursos pedagógicos se tratará de desarrollar el programa previsto, estimulando la actitud investigativa y contribuyendo así al proceso de enseñar a aprender. Confiamos en que aprovecharan al máximo los contenidos, así como de la lectura de la literatura seleccionada.

DESARROLLO DE LOS TEMAS PROPUESTOS Y SUS OBJETIVOS

Gestión ambiental y sistemas de gestión ambiental municipal

OBJETIVOS

- Realizar gestión ante las autoridades ambientales locales, regionales y nacionales. Asumir el liderazgo en la gestión y consecución de recursos tendientes a mitigar las problemáticas ambientales de su municipio.
- Conocer la estructura del Sistema Nacional Ambiental, SINA, en sus niveles nacional, regional y local e identificar ante cuales entidades se debe adelantar determinados trámites.
- Asumir el liderazgo en la gestión de soluciones a problemas ambientales locales o regionales -referidos primordialmente al recurso hidro-biológico; organizar a su comunidad y transferir los conocimientos, para que puedan monitorear y detectar aquellos más relevantes que afectan directa e indirectamente los ecosistemas a donde pertenece el municipio.
- Estudio de casos para los temas centrales: el Ordenamiento Territorial, la Gestión del riesgo y la Participación comunitaria, a partir de documentos para la Ecorregión Cafetera, como son, entre otros: Duque-Escobar (2000, 2012a, 2012b, 2014a, 2014b, Duque-Escobar & Torres-Arango, 2009, Duque-Escobar et al., 2013)

Instrumentos internacionales para la gestión ambiental

OBJETIVOS

- Liderar el cumplimiento de los acuerdos internacionales sobre la diversidad biológica, el cambio climático y la Convención RAMSAR sobre los

- humedales, firmados y ratificados por Colombia, para beneficio de los ecosistemas representados en su municipio.
- Aprender a gestionar de manera responsable, mecanismos de cooperación internacional que permitan aprovechar las ventajas comparativas y el uso sostenible de los recursos naturales -con énfasis en el recurso hidrobiológico- presentes en el ecosistema a donde pertenece su municipio y aplica, desde el conocimiento, una política ambiental más eficaz y con cobertura interinstitucional a fin de conservar la biodiversidad, mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la adaptación al cambio climático.
 - Asumir el liderazgo en la gestión de soluciones a problemas ambientales locales o regionales -referidos primordialmente al recurso hidrobiológico- ; organizar a su comunidad y transferir los conocimientos, para que puedan monitorear y detectar aquellos más relevantes que afectan directa e indirectamente los ecosistemas a donde pertenece el municipio.

Ordenamiento ecológico del territorio

OBJETIVOS

- Actuar como vocero de su comunidad ante las autoridades locales y regionales, en los proceso de discusión de temas ambientales relacionados con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la región.
- Conocer la legislación vigente para la formulación de los POT, identifica los espacios de participación de la comunidad en este proceso y comprende los alcances jurídicos y técnicos que conlleva un POT, conocer e interpretar el POT de su municipio.
- Asumir el liderazgo en la gestión de soluciones a problemas ambientales locales o regionales -referidos primordialmente al recurso hidrobiológico- ; organizar a su comunidad y transferir los conocimientos, para que puedan monitorear y detectar aquellos más relevantes que afectan directa e indirectamente los ecosistemas a donde pertenece el municipio.

Biodiversidad y espacios naturales

OBJETIVOS

- Utilizar adecuadamente los conceptos propios de la ecología, en la formulación de sus propuestas y proyectos de gestión ambiental.
- Conoce e Interpreta los conceptos propios de la biodiversidad.
- Reconocer los problemas causados por la contaminación y el inadecuado manejo de los recursos en el medio natural.

- Identificar las interacciones ecológicas presentes en un problema ambiental.
- Asumir el liderazgo en la gestión de soluciones a problemas ambientales locales o regionales -referidos primordialmente al recurso hidrobiológico- ; organizar a su comunidad y transferir los conocimientos, para que puedan monitorear y detectar aquellos más relevantes que afectan directa e indirectamente los ecosistemas a donde pertenece el municipio.

Saneamiento básico e información ambiental

OBJETIVOS

- Asumir el liderazgo para adelantar acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública, con el propósito de alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental en su municipio.
- Promocionar y mejorar las condiciones de vida de su comunidad, partiendo desde la fuente donde se generan los principales problemas de saneamiento básico medioambiental.
- Materializar a través del uso de instrumentos que ofrece la Política Pública Ambiental de Colombia (como los de regulación directa, los administrativos y de planificación, los económicos y de persuasión moral, educación y sensibilización), acciones que busquen prevenir, conservar o restaurar los recursos naturales -con énfasis en los hidrobiológicos- y mitigar los impactos que el desarrollo socio-económico de sus municipios tiene sobre estos.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Se denomina gestión ambiental o gestión del medio ambiente al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. (http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental)

La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente. Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino

también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores, que terminan mediando la implementación.

Las áreas normativas y legales que involucran la gestión ambiental son según http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental, las siguientes:

- La política ambiental: relacionada con la dirección pública o privada de los asuntos ambientales internacionales, regionales, nacionales y locales.
- Ordenamiento territorial: entendido como la distribución de los usos del territorio de acuerdo con sus características.
- Evaluación del impacto ambiental: conjunto de acciones que permiten establecer los efectos de proyectos, planes o programas sobre el medio ambiente y elaborar medidas correctivas, compensatorias y protectoras de los potenciales efectos adversos.
- Contaminación: estudio, control, y tratamiento de los efectos provocados por la adición de sustancias y formas de energía al medio ambiente.
- Vida silvestre: estudio y conservación de los seres vivos en su medio y de sus relaciones, con el objeto de conservar la biodiversidad.
- Educación ambiental: cambio de las actitudes del hombre frente a su medio biofísico, y hacia una mejor comprensión y solución de los problemas ambientales.
- Paisaje: interrelación de los factores bióticos, estéticos y culturales sobre el medio ambiente.

Los objetivos principales de la Gestión Ambiental son según http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental:

- Sentar las bases del ordenamiento ambiental del municipio: tiene como propósito la caracterización ecológica y socio-ambiental del territorio, ecosistemas recursos naturales, con este proceso se llega a la zonificación ambiental del entorno
- Preservar y proteger las muestras representativas más singulares y valiosas de su dotación ambiental original, así como todas aquellas áreas que merecen especiales medidas de protección: con esta actividad se logra el sistema de áreas protegidas.
- Recuperar y proteger las áreas de cabeceras de las principales corrientes de aguas que proveen de este vital recurso a los municipios: con esta actividad se logra mantener una densa y adecuada cubierta vegetal en las cabeceras o áreas de nacimientos de las corrientes de agua éste es un requisito indispensable para la protección y regulación hídrica.
- Adelantar acciones intensas de descontaminación y de prevención de la contaminación: financiar actividades específicas de descontaminación, en las corrientes de aguas más alteradas, así como el sistema de tratamiento de residuos líquidos y sólidos, otorgar créditos para la implementación de tecnologías limpias para disminuir los impactos ambientales.
- Construir ambientes urbanos amables y estéticos: la ecología urbana, la ciudad para vivir con respeto y normas de control del medio ambiente urbano.

- Adelantar programas intensos y continuos de concienciación y educación ambientales: programar actividades permanentes de concienciación ambiental.

Algunas de las actividades que ha propuesto y desarrollado el hombre, como solución a problemas locales, según http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental, son:

- Agricultura ecológica
- Auditoría ambiental
- Bio-construcción
- Biocombustibles
- Desarrollo sostenible
- Ecosistemas
- Eco-eficiencia
- Huella ecológica
- Impacto ambiental
- Ingeniería ambiental
- Manejo integrado de plagas
- Permacultura
- Plan de manejo ambiental
- Producción limpia
- Producción más limpia

EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

(Álvarez-León, 2010)

Antecedentes

El proceso de ordenamiento territorial es conducido por los Alcaldes a través de las Secretarías de Planeación, bajo la orientación general del Ministerio de Desarrollo Económico y el Departamento Nacional de Planeación. La Dirección Ejecutiva, la administración y la financiación de los Planes están a cargo de consultores privados, generalmente grupos interdisciplinarios integrados por especialistas de diferentes especialidades. La financiación puede ser otorgada por el Fondo Nacional Ambiental (FONAM) o los Consejos de Regionales de Política Económica y Social (CORPES), de igual manera en la actualidad es posible recibir ayudas económicas a través de recursos provenientes del Sistema General de Regalías, que a veces contribuyen de manera especial con la financiación y la asistencia técnica de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT's). Son partícipes del proceso, los actores de la Sociedad Civil: actores públicos, actores privados y actores comunitarios, a través de sus diferentes instancias de representación.

Conforme a la Ley 388 de 1997, el ordenamiento territorial "*comprende el conjunto de acciones político administrativas y de planificación física concertada, tendientes a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo territorial y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, conforme a estrategias del desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales*".

Así mismo, Plan de Ordenamiento Territorial (POT) es "el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas destinadas a orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo". Tiene 3 componentes:

- Componente General. Constituido por objetivos, estrategias y contenidos estructurales de largo plazo.
- Componente Urbano. Políticas, acciones, programas y normas para encauzar y administrar el desarrollo físico urbano.
- Componente Rural. Políticas, acciones, programas y normas para orientar y garantizar la adecuada interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, así como la conveniente utilización del suelo.

Tiene como objeto, definir estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales, y

- Complementar la planificación socioeconómica con la dimensión territorial.
- Racionalizar las intervenciones sobre el territorio.
- Orientar el desarrollo y aprovechamiento sostenible.
- Diseñar y adoptar instrumentos de gestión para actuaciones urbanas integrales y la articulación de las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del territorio.
- Definir programas y proyectos que concreten los propósitos perseguidos.

Criterios rectores del ordenamiento territorial

Identidad Cultural

Se interpreta como expresión última de las relaciones del ser humano con la naturaleza, manifestada en todas las formas adoptadas en la práctica social: política, económica, filosófica, artística, científica y costumbrista. Es el producto de todos los elementos y valores que le dan cohesión al Distrito como unidad territorial, le otorgan su carácter particular y sientan bases firmes para construir el futuro. Esta visión de ciudad es la construcción colectiva expresada en el bagaje cultural de sus habitantes plasmada en el espacio, como testimonio de su propia historia: Patrimonio histórico y arqueológico, valor simbólico del paisaje, apropiación y uso del espacio, estética del paisaje.

Sostenibilidad

Definida en los mismos términos del Desarrollo Humano Sostenible, cuyo énfasis está en el imperativo de armonizar las actividades humanas con la conservación del medio natural, como factor que incide en la calidad de vida de la sociedad. Integra las interacciones y efectos de los factores económicos, políticos y sociales en el proceso de transformación del espacio: bienestar social, calidad del hábitat, ambiente sano, seguridad física del entorno, infraestructura y servicios públicos, calidad y eficiencia del transporte, áreas verdes y espacio público.

Competitividad

Concebida como garantía de funcionalidad de la estructura productiva de manera compatible con el uso racional de la oferta natural y los principios de sostenibilidad e identidad cultural. En la actual coyuntura el Distrito de Santa Marta debe afrontar el impacto espacial del modelo económico internacional, aprovechando beneficios y minimizando impactos negativos derivados de fuerzas externas. Para ello debe buscar posiciones de ventaja ante los cambios y perspectivas que abre la integración económica y política, lo que significa mejorar el posicionamiento en términos de calidad de vida, calidad de la infraestructura y calidad del medio ambiente, como factores decisivos para la atracción de la inversión.

La Participación Ciudadana

Como parte esencial del proceso de construcción del proyecto colectivo de ciudad y como eje fundamental para la apropiación, ejecución y convalidación del Plan de Ordenamiento Territorial.

Actores de la Sociedad Civil

Son indispensables en los procesos de concertación: (1) Actores públicos, (2) Actores privados y (3) Actores comunitarios.

Bases metodológicas

Normalmente la formulación de los POT's, sigue los lineamientos metodológicos planteados por el Ministerio de Desarrollo Económico, el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC), y más recientemente de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's), con las adaptaciones pertinentes a las características territoriales locales. En síntesis el proceso de ordenamiento territorial comprende siete momentos:

1. Valoración

Decisión política legitimada.

Factibilidad institucional, financiera, técnica y participativa.

2. Alcances Identificados y definidos los temas estratégicos y contenidos temáticos en los términos de referencia.

3. Pre-Diagnóstico

Espacializadas las dimensiones, atributos y visión urbano regional.

Sintetizada la valoración territorial.

4. Diagnóstico

Realizado el diagnóstico por temas (planos técnicos, percepción social, dimensiones, atributos, visión urbano - regional).

Elaborados documento síntesis y resumen ejecutivo.

5. Formulación

Tomadas las decisiones sobre las demandas identificadas y definido el escenario de ordenamiento.

Elaborado el Plan o proyecto colectivo con sus instrumentos legales.

Aprobado el Plan por las instancias competentes y legitimado por la ciudadanía.

6. Implementación

Puesta en marcha del Plan de Ordenamiento Territorial.

7. Actualización

Reajustado el Plan para su actualización y viabilización.

Vigencia del Plan de Ordenamiento Territorial: Corto Plazo (4 años), Mediano Plazo (8 años) y Largo Plazo (12 años)

La Cuenca Hidrográfica en el Rol de la Planificación

Colombia, por su gran complejidad territorial, y dadas sus condiciones de variabilidad ecosistémica, desde hace varios años ha avanzado en la búsqueda de mecanismos de ordenación y manejo del territorio que garanticen, no sólo un desarrollo armónico con vía hacia la sostenibilidad, sino una integración entre las entidades, instituciones y comunidades que habitan, administran e investigan el territorio.

Desde los inicios de la república se viene legislando sobre temas de interés general como el uso del agua y la tenencia de animales y servidumbres, además de la búsqueda de elementos de integración y cooperación internacional a través de acuerdos y convenios multilaterales.

Con el Decreto-Ley 2811 de 1974 se dan los primeros avances en materia de una legislación integral sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y su planificación.

La ordenación del territorio pasa por la complejidad no sólo de las condiciones del territorio, sino por las características culturales y diversidad étnica que son reconocidas desde la Constitución Política, así se tiene especificaciones que se basan no sólo por la cantidad de la población, sino también por las condiciones socio-culturales.

El ordenamiento territorial en Colombia esta reglado por la Ley 388 de 1997 y las normas que la han reglamentado como como la Ley 1454 de 2011.

En este documento se dan los elementos conceptuales y metodológicos para la ordenación del territorio desde el concepto de la cuenca hidrográfica, el cual legalmente se encuentra reglamentado por el Decreto 1729 de 2002.

Fundamentación

Conceptual y técnicamente, la cuenca hidrográfica esta vista como un sistema de aguas superficiales en el que interactúan ecosistemas naturales y asentamientos humanos en un complejo de interacciones en los cuales el patrimonio hídrico aparece como un factor fundamental y determinante.

El territorio de la cuenca facilita los procesos de interrelación entre sus componentes sean estos humanos o no, y en estas, los habitantes juegan un papel importante en la comprensión de estas interrelaciones, independientemente de si éstos se agrupan en comunidades con delimitaciones político – administrativas, por su dependencia de sistemas hídricos determinados, caminos o vías de acceso y al hecho incluso de que deban enfrentar problemas comunes.

El concepto de cuenca hidrográfica es en sí un concepto con amplías connotaciones que dependen incluso de los objetivos que se persigan, así los intereses que se persiguen determinan, de algún modo, su definición y caracterización y desde luego su manejo y planificación. En general, y para los efectos de gestión y administración del patrimonio natural, la cuenca hidrográfica se ha entendido tanto como una fuente de recursos hidráulicos, y como espacio del desarrollo de grupos humanos, generalmente consolidados que generan una demanda sobre la oferta de bienes y servicios ambientales que ofrece la cuenca. Así pues, y dadas sus condiciones particulares, el territorio que delimita una cueca, crea una relación de interdependencia entre sus habitantes debido a la dependencia común al complejo hídrico convirtiéndose en un espacio natural con las características mínimas necesarias para abordar procesos de gestión y manejo del patrimonio natural.

Teóricamente y en términos simples, la cuenca hidrográfica es considerada como la superficie de terreno que se encuentra definida por un patrón de escurrimiento del agua, es decir, es una porción de territorio que desagua una ronda hídrica, sea esta una quebrada, un río, lago, laguna, pantano, acuífero subterráneo e incluso una masa oceánica. Autores como Maas & Hox (2005), han descrito la cuenca como una especie de embudo natural, cuyos bordes son los vértices de las montañas y la boca es la salida del río arroyo. Puede ser tan pequeña como la palma de la mano, o tan grande como un continente completo.

Para el caso colombiano, la definición de cuenca esta adoptada por el Decreto 1729 de 2002 el cual la retoma de lo establecido en el Código Nacional de Recursos Naturales (Decreto-Ley 2811 de 1974) y que la define como “*el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar*”. La delimitación de la cuenca se da por el divorcio de aguas, entendido como la cota o altura máxima que divide dos cuencas.

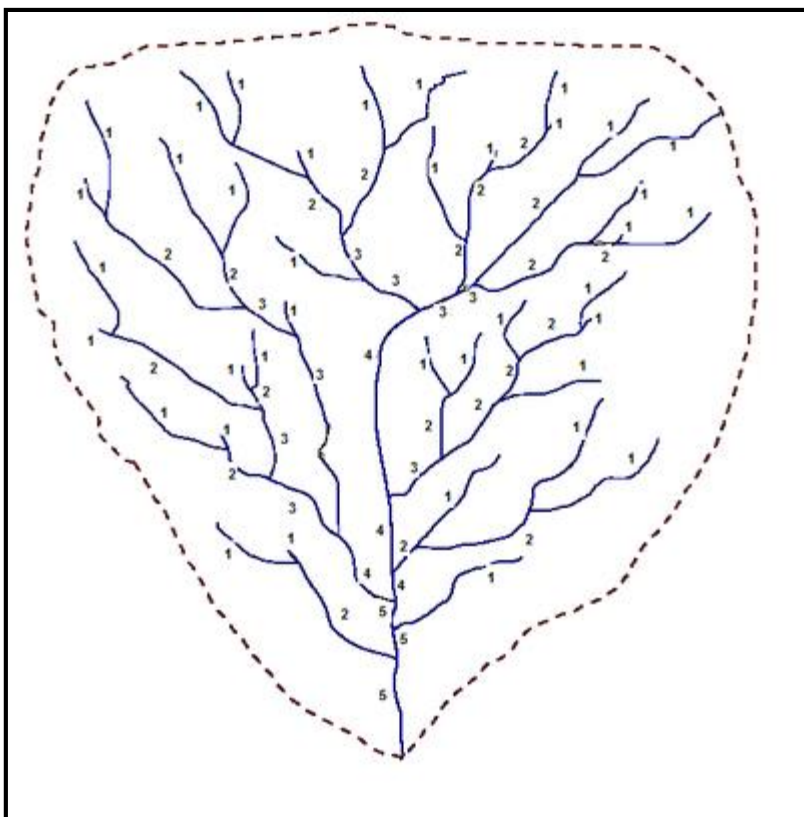


Figura 1. Modelo general de una Cuenca. (www.mashpedia.es)

La cuenca como unidad territorial, tomada en forma independiente o interconectada con otras, es la más aceptada para la gestión del patrimonio natural, especialmente el hídrico. En este orden de ideas, y tal y como se anotó anteriormente, aunque sea un territorio con una delimitación natural, la cuenca hidrográfica posee connotaciones amplias dependiendo de los objetivos que se persigan; en este orden de ideas, según estos objetivos, y según autores e instituciones que han planteado sus visiones sobre este precepto, la cuenca puede considerarse como:

- Un espacio ocupado por un grupo humano, que genera una demanda sobre la oferta de los recursos naturales renovables y realiza transformaciones del medio. Bajo esta perspectiva, las acciones que se ejecutan para la gestión y manejo de recursos naturales son las mismas acciones que se ejecutan en un programa de desarrollo regional aplicado al espacio de la cuenca hidrográfica (Varela, 1971; OEA, 1978; Dourojeanni, 1994; 2000)

- Un sistema organizado de relaciones complejas tanto internas como externas. Es un sistema contenido dentro de otro sistema (ambiente) constituido por las interacciones de otros subsistemas (biofísico, social, económico, entre otros), cuyo fin principal es producir bienestar a la sociedad que la gobierna (cantidad y calidad de agua, energía, insumos, alimentos, recreación, entre otros). CVC (1995).

- Un área que es fuente de recursos hidráulicos, en la cual debe haber un manejo planificado de los recursos naturales y de la preservación del ecosistema. El manejo de los recursos naturales de la cuenca es un complemento de la acción de administración del agua (Helweg, 1992; Nadal, 1993).

Es entonces la cuenca una unidad geográfica, en la cual todos los elementos que la integran son interdependientes, y con relaciones sistémicas con otras cuencas o unidades bióticas y abióticas semejantes.

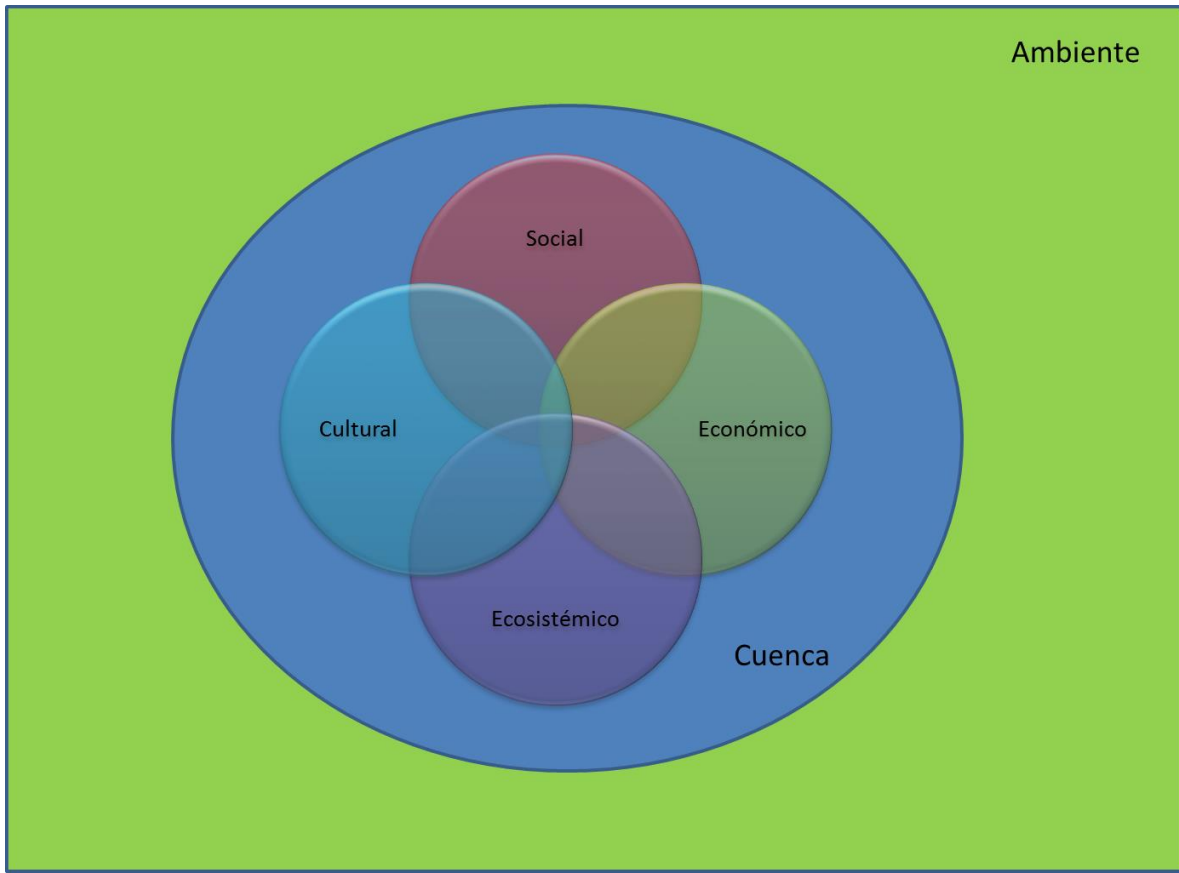


Figura 2. Esquema del sistema de la Cuenca Hidrográfica según Osorio (2010).

Como unidad biofísica, la cuenca está determinada por una oferta de servicios ambientales en un área definida y delimitada por una divisoria de aguas, y con unas características específicas de clima, suelos, bosques, redes hidrográficas (principales y complementarias), usos del suelo, aprovechamientos económicos, entre otros. Desde el punto de vista de la interacción económica, la cuenca presenta gran disponibilidad de recursos que se combinan con las diversas técnicas de producción y explotación de bienes y servicios ambientales.

Desde los componentes sociales y culturales, en la cuenca se desarrollan actividades humanas que involucra acceso a servicios básicos, estructura organizativa (político y administrativo), formas de organización, y un sinnúmero de actividades que de una u otra forma causan impactos sobre el ambiente natural; también están involucrados en esta el conjunto de valores culturales y tradicionales, normas y creencias de las comunidades asentadas en su área geográfica.

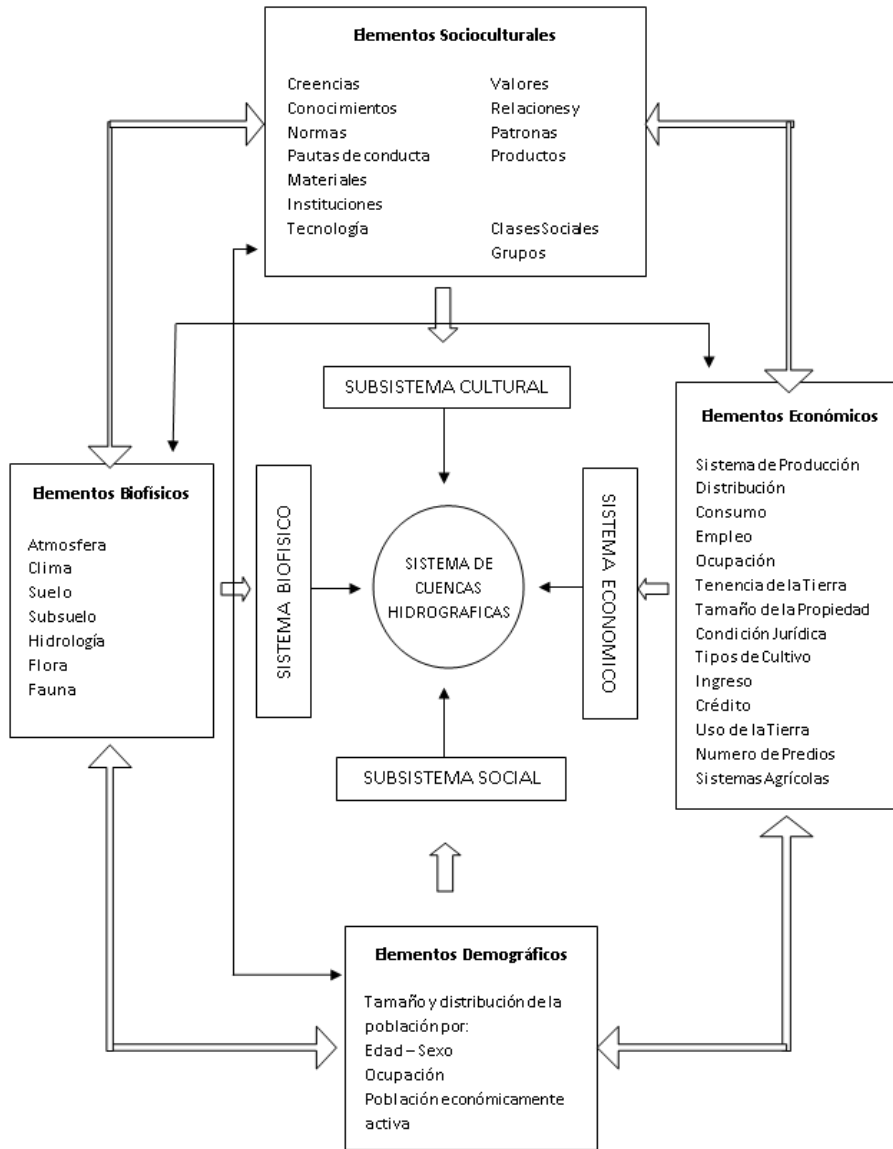


Figura 3. Componentes de la cuenca, según Escobar *et al.* (2014)

La cuenca es entonces un sistema abierto, donde existen influencias y dependencias entre y hacia los elementos de los subsistemas, lo cual se manifiesta en la dinámica compleja, lo cual obliga a analizarla en forma integral e integradora.

El análisis sistémico de las interacciones de la cuenca, facilitan un mejor conocimiento de su estructura y función en términos de definir sus elementos y las relaciones entre sus componentes; permite también analizar y evaluar los factores involucrados dentro de diferentes contextos, sociales, ecosistémicos, económicos y político – institucionales, además de integrar, desde lo académico e investigativo, posibilidades de aborda contenidos de las ciencias exactas y sociales integrándolas de manera lógica. En síntesis, el estudio de la cuenca hidrográfica nunca podrá abordarse de manera particular desde alguno de sus componentes, es entonces imprescindible considerar todos los elementos que la integran y

evaluarlos de manera articulada y un conjunto de interrelaciones, es decir debe considerarse el medio natural en su carácter global. Visto así, la cuenca hidrográfica debe ser el elemento mínimo de ordenación del territorio, no solo por su dinámica territorial y geográfica, sino también por las interacciones antrópicas. En estas interrelaciones se ven reflejadas acciones recíprocas entre los componentes bióticos, abióticos y el hombre, además de los factores geológicos.

Interacciones antrópicas en la cuenca

Las interacciones entre los sistemas social y natural se dan bajo aspectos relacionados básicamente del soporte de las actividades sociales en el medio natural, fuente de bienes y servicios naturales y receptor de residuos de todo tipo.

Como sistema natural la cuenca es un complejo de subsistemas y ciclos de materia y energía, de los cuales el hombre hace parte integral. El hombre tiene la capacidad de transformar los ecosistemas y áreas naturales sobre las que define sus asentamientos; así a lo largo de su historia evolutiva el hombre ha modificado las condiciones de la cuenca, alterando la composición de las poblaciones, la regularidad de los ciclos y flujos de materia y energía, y por ende, todo el equilibrio dinámico propio de del sistema natural. Los seres humanos modifican el sistema natural mediante su organización y el desarrollo de instrumentos y técnicas, encaminando hacia lo que podría considerarse como un tecnosistema. Autores como Dourojeanni (1994) clasifican en dos corrientes las acciones que el hombre desarrolla sobre la cuenca hidrográfica, los cuales están conectados en una relación de interdependencia; así, se encuentran en primer lugar las acciones directas o técnicas en las cuales se cuentan todas aquellas acciones que desarrollan los seres humanos para transformar, utilizar y protegerse del medio; y como indirectas, se cuenta las acciones de tipo administrativo, legal y económico que debe desarrollar el individuo para poder ejecutar las acciones directas.

Los sistemas sociales no son estáticos, cambian, evolucionan, adoptan nuevas formas organizativas y desarrollan nuevas técnicas con las cuales se complejizan sus interacciones haciéndolas cada vez más complejas, e introduciendo variaciones que van alejando al hombre de su sistema natural. La forma más simple de interacción se da por el uso que el ser humano hace de los bienes y servicios del ecosistema, una vez, esta *interacción*, no es suficiente para satisfacer las necesidades de la sociedad, se acude al uso de técnicas y herramientas de aprovechamiento, las cuales van siendo cada vez más complejas y con mayor poder de transformación. (Escobar *et al.*, 2014)

Los sistemas productivos generan una gran diversidad de impactos sobre el medio natural, en este sentido Bifani (1989) los ha clasificado así:

- Incorporación al ecosistema de cantidades mayores de ciertos elementos, un proceso contrario al anterior. Por ejemplo, descargas de residuos en sus formas de contaminantes y desechos, adición de fertilizantes, entre otros. De nuevo, el sistema natural se ve sometido a una presión para continuar su normal funcionamiento.

- Ventajas o beneficios económicos obtenidos por la explotación de la productividad biológica del sistema natural. Un elemento constitutivo de un ecosistema es retirado del mismo; por ejemplo, especies forestales, animales, o ciertos cultivos agrícolas. En la medida que estas sustracciones no regresan al ecosistema o no son sustituidas por otras para restablecer el ciclo biogeoquímico, la estructura y el funcionamiento del sistema natural se verán afectados. Ello conduce a procesos de desertización, deforestación, degradación, etc.

- Descarga en un ecosistema de un elemento nuevo, que le es completamente ajeno. El sistema reacciona, ya sea tratando de asimilarlo, degradarlo o simplemente rechazarlo, lo cual se traduce en presiones que pueden ser relativamente fuertes sobre el funcionamiento normal del sistema natural.

Superar los efectos negativos de los impactos dependerá del grado de homeostasis y resiliencia del sistema natural; en este orden de ideas, por ejemplo, el sobrepastoreo implica retirar del sistema una gran cantidad de energía y de nutrientes a ritmos muy superiores a la capacidad autoreguladora del sistema. En general, los asentamientos humanos tienen la capacidad creciente de usar energía y nutrientes de los sistemas naturales, que no siempre son retornados. Otro ejemplo asociado a los grandes impactos sobre la cuenca hidrográfica es el de los trasvases, los cuales, pueden generar desequilibrios en los ciclos hidrológicos, desbalances en la oferta y demanda de agua y pérdidas de servicios ambientales ecosistémicos.

Si bien, existen metodologías que permiten cuantificar los tipos y gravedad de impactos ambientales, también se cuentan otros que por sus características y condiciones son casi imposibles de valorar y escalar, entre estos se cuentan:

- Utilización de fertilizantes fosfatados los cuales deterioran el sistema natural, especialmente las condiciones de fertilidad del suelo y por ende la pérdida de su capacidad productiva

- La introducción de especies animales y vegetales, y la destrucción de áreas boscosas y selváticas conllevan a pérdidas de biodiversidad que no solo afectan las condiciones de vida de la población que habita la cuenca, sino también al mismo sistema natural al ponerlo en alto estado de vulnerabilidad y con dificultades en los sistemas de auto-regulación.

- Inadecuada disposición de residuos sólidos, líquidos y peligrosos sobre los efluentes los cuales alteran no solo las condiciones físicas, químicas y biológicas de la cuenca (y cauces) sino también alterando el equilibrio natural y e incluso desapareciendo especies.

El sistema tecnológico requiere una determinada forma de organización que permita su puesta en práctica, lo que se traduce en alteraciones sobre formas tradicionales de la propia organización social; en todo caso, el sistema social ha desarrollado una serie de capacidades para dominar "*su sistema natural*".

La sociedad no es ajena a las condiciones del sistema natural del cual es parte integral, y está, por tanto, expuesta a la influencia del entorno con el que interactúa. Las interacciones dadas en entre el medio natural y el sistema social son bidireccionales, en los cuales los efectos del medio natural sobre el grupo social se dan como determinación e influencia

ambiental, en tanto que los efectos del grupo humano sobre el ambiente se dan como capacidad de manejo y de transformación del ambiente.

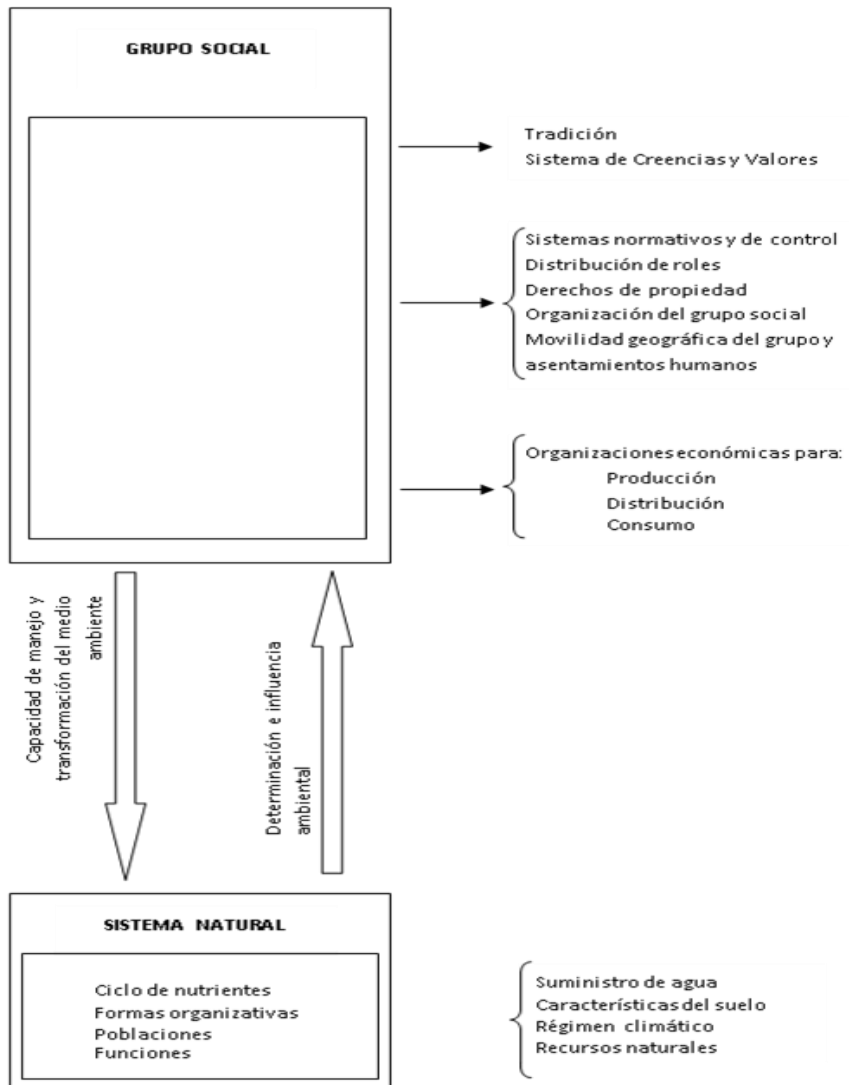


Figura 4. Interacciones socio-naturales en la cuenca según Escobar et al. (2014).

La Cuenca como Sistema Complejo

Es claro entonces que la cuenca hidrográfica es un fenómeno complejo de interrelaciones entre elementos, estructuras y funciones, las cuales pueden fácilmente representarse como un esquema simple en el cual se evidencian entradas (E), procesos (P), salidas (S) y control (C), que puede expresarse así:

$$S = S \{P[E,C]\}$$

La cuenca es entonces un sistema productor de bienes y servicios ambientales (salidas) con base en unos suministros energéticos, materiales y una información disponible (entradas) y un manejo que se hace al interior de la cuenca (proceso); todos estos procesos naturales que se dan en la cuenca, representan su función natural esencial.

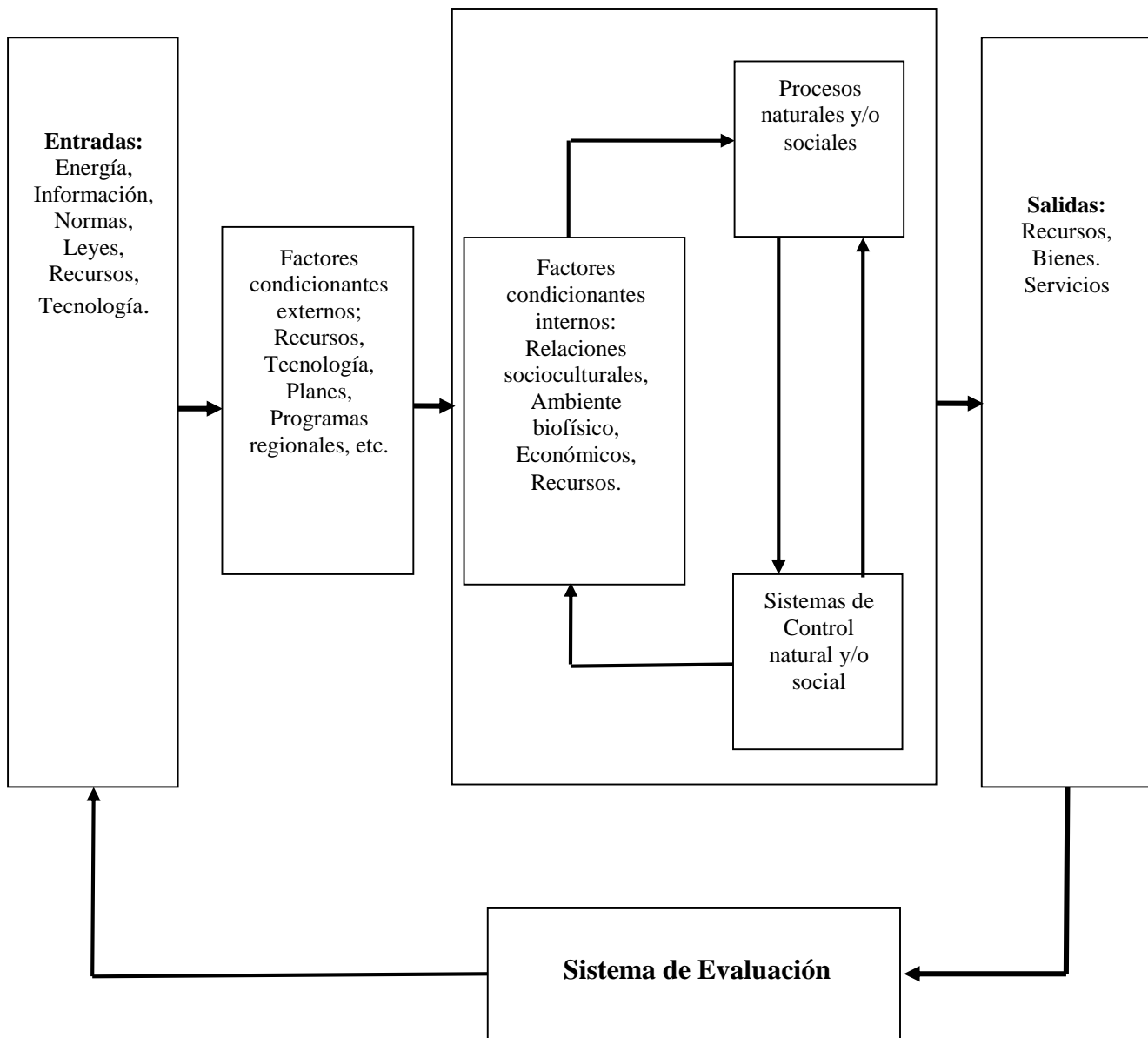


Figura 5. Representación del Sistema Cuenca Hidrográfica según Escobar *et al.* (2014).

Limites Jerárquicos de la Cuenca

Teóricamente, los límites jerárquicos de los sistemas se dan por la interacción del conjunto interactuante o interdependiente de las partes que forman un todo unificado. (Osorio, 2010)

La jerarquización en los procesos investigativos es fundamental para no caer en la generalización al tomar como objeto un sistema demasiado amplio, o tan estrecho y pequeño que dificulte su análisis.

En el caso de la cuenca hidrográfica, la evaluación sistemática se hace teniendo en cuenta los conceptos de estructura y función del sistema, como quiera que la cuenca está relacionada con la producción de bienes y servicios ambientales para la comunidad que lo habita, sus componentes deberán tener en cuenta servicios como la producción de agua, provisión de recursos para su explotación y transformación y protección de la biodiversidad. (Osorio, 2010)

En todos los análisis de sistemas se pueden identificar dos tipos de límites, uno físico y otro funcional siendo el primero un espacio geográfico y el segundo a actividades y tareas. En relación con la unidad geográfica el límite es un asunto de escala; y para el caso de la cuenca, esta debe tener en cuenta básicamente dos pautas, el tipo de interacciones entre los componentes que conforman el sistema y el grado de interacciones y control antrópico sobre las entradas y salidas del sistema.

Ecosistémicamente, son muchas y de diversidad amplia las situaciones que implican la formación de la cuenca hidrográfica. Los factores ambientales formadores de la cuenca se pueden entender considerando los procesos dominantes que le dan origen y que la modelan de manera constante, desde el ciclo hidrológico global que incide en la formación de escorrentía y este a su vez en los procesos de erodabilidad, deposición de materiales, procesos geológicos, y otros elementos formadores y de composición del paisaje como la diversidad biológica de flora y fauna.

Las cuencas, como cualquier sistema natural tienden a verse afectados por acciones mismas de las dinámicas ecosistémicas, como por ejemplo, los altos niveles de

precipitación que pueden llevar a cambios en las geoformas por efecto directo de los movimientos masales.

Ordenación Territorial desde la Cuenca Hidrográfica

El proceso de ordenación de cuencas hidrográficas en Colombia está regido por los preceptos normativos dictados específicamente por el Decreto 1729 de 2002 y que desarrolla elementos previstos desde el Decreto-Ley 2811 de 1974, el Decreto 2857 de 1981 y la Ley 99 de 1993 la cual fue reglamentada en estos aspectos por el Decreto antes (Decreto 1729 de 2002).

Prácticamente la necesidad del ordenamiento de cuencas está dado básicamente por la necesidad de encontrar soluciones a los graves problemas de contaminación del patrimonio hídrico, los cuales están permeados por un uso ineficiente, insostenible y de alto riesgo antrópico y natural.

Según lo determinado por el Decreto 1729 de 2002 en su artículo 17, las normas previstas en un plan de ordenamiento de cuencas hidrográficas, priman sobre otro tipo de normas de ordenamiento, incluidas las determinadas en la Ley 388 de 1997.

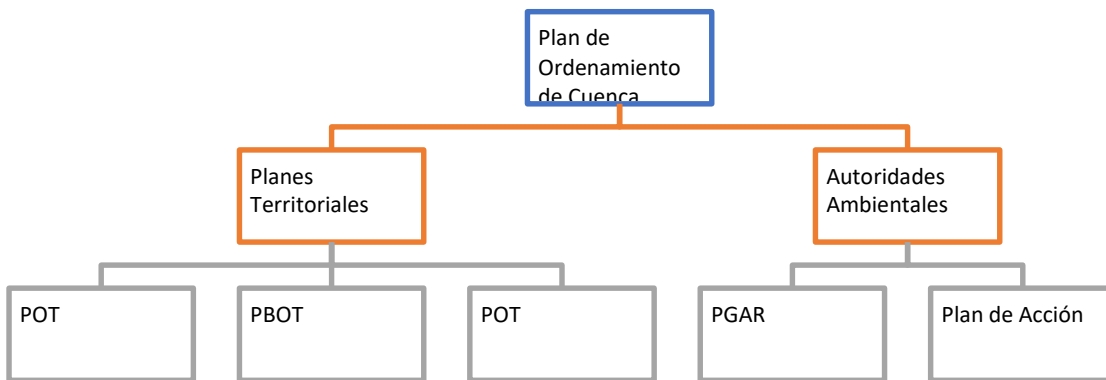


Figura 6. Jerarquía normativa planes de ordenamiento y manejo según González-González (2015)

Metodológicamente, el proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas busca fortalecer un modelo de gestión ambiental integral e integrador que involucre las dimensiones del desarrollo sostenible, razón por la cual, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, encargado por la normatividad vigente de los lineamientos para la ordenación de cuencas, ha determinado que para lograr esto, se base en el modelo de Mapa Conceptual Operativo desarrollado por Dourojeanni (1994).

En el esquema metodológico planteado se abordan tres dimensiones del desarrollo, en el plano de profundidad o “proceso de integración” se integran los subsistemas biofísico,

político, social, cultural, en el plano vertical se encuentra el eje del crecimiento económico, que parte de la materialización de acciones desde la priorización de los problemas de la cuenca reconocidos por el conjunto de actores y que son capaces de plantear un “futuro deseado” o un ámbito compartido para la administración, funcionamiento y organización y control de los elementos de la cuenca. El ámbito compartido planteado se legitima con la formulación de los objetivos de ordenación de la cuenca, a los cuales se les identifican alternativas de solución para cumplirlos y se definen las estrategias que se expresan en programas y proyectos con los cuales se dará solución a las expectativas planteadas por los actores en las hipótesis de formulación del Plan. Finalmente en el plano horizontal se encuentra el eje de los procesos de transacción entre actores que se soportan en el acuerdo por alcanzar los objetivos y el cual tiene como base la solidaridad. Los acuerdos planteados se basan en los entendimientos mediados por el conocimiento que se tiene de la cuenca y los intereses colectivos de los grupos que la habitan y que se involucran en la formulación.

El modelo metodológico planteado se materializa mediante el seguimiento de pasos o fases que permiten un avance sólido hacia el concepto de sostenibilidad, en Colombia el proceso de ordenación es entendido como un proceso de planeación en el que, a partir de datos e información se toman elementos de decisión. La gestión ambiental de las cuencas hidrográficas en el país cuenta con una estructura organizativa con funciones y alcances determinados según los niveles territoriales, desde el nivel país hasta las cuencas en ordenación, con funciones y competencias institucionales para cada una de las fases del proceso.

Las actividades que dinamizan la gestión de cuencas para la implementación de los planes de ordenamiento y manejo, parte de preguntas básicas para orientar la puesta en práctica de estas, ¿Qué es? o ¿En qué consiste? ¿Cómo se hace?; para resolver esta última pregunta se plantea un método donde en un cuadro síntesis se encuentren objetivo, actividades, herramienta, resultados esperados y los enlaces con los mecanismos de participación y de instrumentos de planificación. (Osorio, 2010)

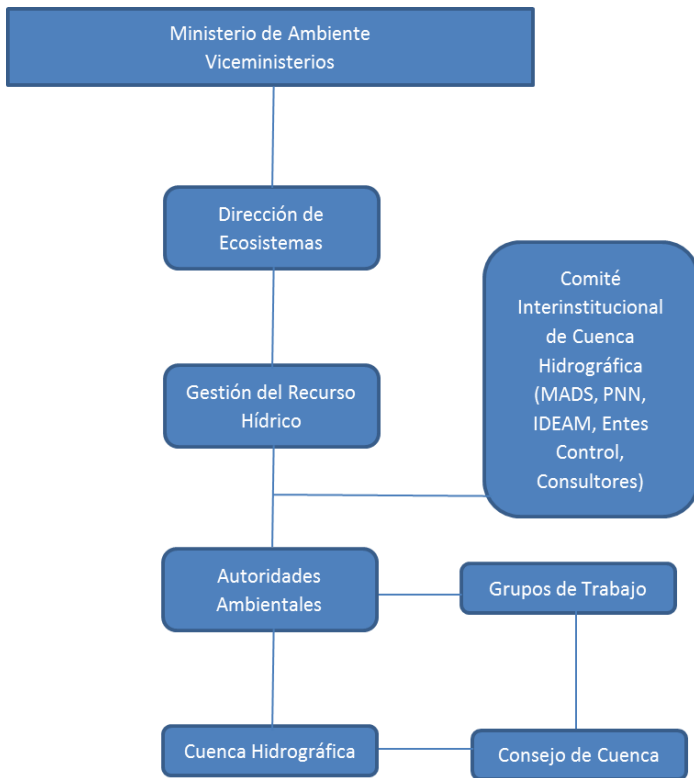


Figura 7. Esquema organizativo, según Osorio (2010)

El IDEAM, en cumplimiento de las determinaciones legales vigentes, publicó la Guía Técnico Científica para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas en Colombia, en la cual están definidas y orientadas las fases en que se elaborará el Plan y sus componentes principales.

Preparación institucional

Fase aprestamiento institucional

¿En qué consiste? La fase de aprestamiento, que se hace al interior de la autoridad ambiental competente en el área de jurisdicción de la cuenca objeto de ordenamiento, consiste en la preparación de la plataforma técnica, social y logística para abordar los procesos de ordenación y manejo de las cuencas del país. Esta etapa es esencial y debe responder a la pregunta de si la autoridad ambiental cuenta con la voluntad política, la plataforma institucional, los instrumentos y herramientas, el talento humano requerido y el sistema de información para abordar los procesos de ordenación de cuencas. En caso de haber más de una autoridad competente, se dará conformación de la Comisión Conjunta sobre la cual se hará esta fase. (MinAmbiente, 2001)

¿Cómo se hace? Mediante una serie de actividades concatenadas que deben realizar las Autoridades Ambientales desde el nivel nacional y regional. Los productos de estas actividades conformarán la plataforma técnica, social y logística que garantizará la ordenación y manejo de las cuencas del país, aquí se tendrán en cuenta las herramientas, productos y enlaces que se requieren y deben considerarse en la fase de apresamiento. (MinAmbiente, 2001)

Esta fase comprende las siguientes actividades:

- Generación de políticas e instrumentos para el ordenamiento de la cuenca, la cual hará uso de herramientas como talleres, diálogos de saberes locales, reuniones de técnicos y expertos. Como resultados se deberán tener las políticas, el plan hídrico, el plan de gestión del patrimonio hídrico y el sistema de seguimiento y monitoreo.
- Definición de instrumentos técnicos científicos para la ordenación de cuencas. Se tendrán en cuenta para esta actividad talleres y reuniones de expertos. Como resultados se tendrán la actualización y contextualización de la caja de herramientas y de la guía técnico científica para la ordenación de la cuenca hidrográfica de manera permanente.
- Análisis institucional el cual se hará con base en entrevistas, matrices de evaluación, diagnósticos estratégicos, análisis DOFA, actas. Como resultado se obtendrán las estrategias para el fortalecimiento institucional en los procesos de ordenación y manejo de cuenca.
- Conformación del equipo técnico efectivo para el proceso de ordenación de la cuenca, la cual se desarrollará mediante la identificación de perfiles técnicos y profesionales, talleres y actas y resoluciones. Como resultado se obtendrá el grupo de ordenación oficialmente conformado.
- Diseño del sistema de información para la ordenación de la cuenca. Se hará teniendo en cuenta las bases de datos y protocolos estándares y se obtendrá como resultado un sistema de información para la ordenación con protocolos y con base en un SIG.
- Priorización de cuencas del área de jurisdicción. Se hará mediante talleres, evaluación de indicadores de presión, estado y respuesta, definición de

normativas locales y directrices de orden nacional. Se tienen como resultado cuencas priorizadas con soporte técnico y científico.

- Declaración de cuenca en ordenación. Se define mediante actos administrativos, actas y socializaciones; como resultado se expide un acto jurídico publicado en un diario reconocido.

Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

La elaboración del Plan tiene parte del reconocimiento por parte de las CAR´s o comisión conjunta y por los actores sociales, de las razones y motivos de interés público y bienestar colectivo que impulsa la ordenación de la cuenca. En otras palabras, la intencionalidad de declarar en proceso de ordenación la cuenca y los principios que orientan este proceso. Parte de esta intencionalidad debería estar implícita en la priorización de cuencas hidrográficas de acuerdo a los criterios y parámetros, previamente establecidos.

La decisión de iniciar el proceso implica estar de acuerdo en los siguientes aspectos:

- La necesidad de que participen en el proceso de ordenación en una instancia determinada, los actores sociales que tienen presencia en la cuenca.
- Tener interés por lo menos en un tema colectivo.
- Que se tiene un mínimo conocimiento preliminar de los medios disponibles o necesarios para alcanzar dicho interés colectivo.
- La necesidad y disposición de desarrollar una estrategia de sostenibilidad financiera.

Las fases a desarrollar en la formulación del Plan son:

- Aprestamiento
- Diagnóstico
- Prospectiva
- Formulación
- Ejecución
- Seguimiento y Evaluación

Fase de Aprestamiento

¿En qué consiste?

Esta es una fase preparatoria cuyo propósito es construir la plataforma técnica, social y logística del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas. Una vez realizado el proceso de priorización de cuencas con criterios e instrumentos documentados y validados por los equipos técnicos de las autoridades ambientales competentes, se inicia la fase con la decisión de la autoridad ambiental o comisión conjunta de adelantar el proceso concertado con los actores sociales en la búsqueda de obtener beneficios mutuos y equitativos.

¿Cómo se hace?

El nivel de profundidad, extensión, complejidad y duración de la fase dependerá de los recursos disponibles, de la capacidad del equipo técnico y del horizonte de planificación estimada para el análisis. En general, el tiempo y los resultados del proceso de ordenación de la cuenca están en función del trabajo que adelante la autoridad ambiental o comisión en el territorio, la confiabilidad que tienen los actores en la autoridad ambiental, tipos de conflictos y tratamiento que se le da en el territorio.

Para el desarrollo del aprestamiento se seguirán las siguientes actividades:

- Identificación y caracterización de actores. Se hará con matrices de caracterización. Se obtendrá una caracterización de actores y su respectiva espacialización.
- Construcción de la estrategia participativa, en esta se definirán las técnicas de participación aplicada en talleres, diálogos de saberes, etc. Se tendrá como resultado la conformación de las instancias y organismos de participación ciudadana.
- Construcción de la visión compartida. Se hará mediante análisis situacional y prospectivo. Como resultado se tiene la formulación del futuro deseado o ambiente compartido.
- Análisis inicial de problemas y objetivos. Se hará con el árbol de problemas y jerarquización y espacialización, como resultado se tiene el estado preliminar de la situación integral de la cuenca.
- Planificación operativa de la formulación. Se hará mediante la aplicación de marco lógico, y del plan operativo y plan de seguimiento y evaluación. Como resultado se tendrá el documento técnico operativo para la formulación del plan de ordenamiento y manejo.

- Diseño e implementación del sistema de información de la cuenca. Se hará con las bases de datos, protocolos, metodologías y software definidos. Se tendrá como resultado una estructura de inventario y almacenamiento de la información pertinente para la ordenación.

Fase de Diagnóstico

¿En qué consiste?

Con la elaboración de un diagnóstico se permitirá definir la situación actual de la cuenca y abordar de manera integral las situaciones conflictivas, potenciales y las restricciones ambientales y brinda la posibilidad de identificar entre ella sus relaciones de causa-efecto. El diagnóstico busca dar una explicación del porqué de la situación identificada como problema, de las potencialidades existentes en la cuenca, de las consecuencias que tiene en el ámbito local, regional y nacional; por tanto que soluciones son viables o que acciones son necesarias para la solución de la problemática, que acciones favorecen las potencialidades y cuales se requieren para prevenir otros tipos de problemas. En este sentido, es importante contextualizar el desarrollo diagnóstico teniendo en cuenta aspectos culturales, esencialmente en el análisis de las problemáticas, y la forma de visualización del territorio y la forma como se relaciona con la cuenca y con los otros actores sociales. En el diagnóstico confluye tanto la información, conocimiento y visión del técnico como de la comunidad, la participación de los actores sociales contempla: aporte de información, identificación, caracterización y análisis de la problemática de la cuenca, identificación de conflictos, búsqueda de estrategias de solución y prioridades.

¿Cómo se hace?

El diagnóstico se desarrolla en tres etapas: el inventario inicial o línea base; la evaluación de la estructura y la función de la cuenca, y por último se elabora el diagnóstico ambiental como tal. El nivel de profundidad, extensión, complejidad y duración de esta fase dependerá de la capacidad del equipo técnico, de los recursos técnicos y financieros disponibles, de la participación activa y efectiva de los actores sociales y del horizonte de planificación.

Consolidación de la línea base. Se hará con base la información disponible en el aprestamiento, la zonificación ambiental, los aportes de los actores sociales y el análisis situacional participativo. Toda la información diagnóstica deberá poderse integrar a indicadores cualitativos y cuantitativos que se incorporarán al sistema de información.

Caracterización de la cuenca. Este se desarrolla teniendo en cuenta el contexto regional y nacional de la cuenca, la identificación preliminar de situaciones generadoras de conflictos ambientales, análisis situacional con participación comunitaria, y la identificación de mecanismos para la resolución de conflictos.

Zonificación ambiental. Esta es de carácter biofísico, preferiblemente ecosistémica con conceptos de estructura ecológica principal y recuperación de zonas fragmentadas. Esta zonificación se complementará con la socioeconómica y política.

Formulación de la síntesis ambiental. En este punto se espacializaran y zonificaran los principales problemas, potencialidades y restricciones que orientarán el desarrollo posterior de la elaboración del plan.

Fase de Prospectiva

¿En qué consiste?

La fase prospectiva de la elaboración del plan se apoya en instrumentos de análisis y previsión de escenarios futuros, a partir del reconocimiento del diagnóstico actual de la cuenca que lleva a la identificación de tendencias y necesidades de intervención, así como de líneas de acción que permitan orientar el plan de ordenación y manejo de la cuenca.

¿Cómo se hace?

En esta fase se destaca, la activa participación de los actores sociales, quienes intervienen como “expertos” dado su amplio conocimiento del territorio y de las dinámicas internas y externas que se desarrollan en la cuenca.

Teniendo en cuenta el escenario de prospectiva que se desea alcanzar en un tiempo determinado para lograr la ordenación de la cuenca, en él se determinan las unidades espaciales de uso y ocupación del territorio, haciendo énfasis en sus potencialidades y limitaciones las cuales deben reconocerse y fortalecer para lograr el desarrollo equilibrado de la cuenca.

La prospectiva como metodología de planificación en el proceso de ordenación y manejo de cuencas se retoma desde el inicio del mismo o sea desde el aprestamiento, el diagnóstico en el cual permite la identificación de las potencialidades, restricciones y limitaciones de la cuenca, resultados que son fundamentales para la identificación de los escenarios futuros.

Fase de Formulación

¿En qué consiste?

Durante esta fase se consolida el plan propiamente dicho, en el cual se diseña colectivamente los objetivos, metas, estrategias, programas, proyectos, así como, la plataforma organizativa, económica y financiera necesaria para su implementación, y los mecanismos de seguimiento y evaluación. Es así como el plan debe reflejar las prioridades de intervención en la cuenca, incluir las necesidades sentidas de la comunidad y las acciones estructurantes.

El Plan así concebido es un documento de política pública y social que orienta la intervención sobre el territorio de la cuenca en estudio.

En esta fase es clave el equipo técnico, pues aunque las fases más demandantes en recursos y tiempo es el diagnóstico, el construir el documento del Plan en forma coherente, sencilla y que incluya el paso del modelo de estado al modelo de soluciones es un reto técnico.

¿Cómo se hace?

La fase de formulación del plan, incluye:

- Formulación de objetivos estrategias, programas, proyectos y metas. Se desarrolla siguiendo metodologías como la de marco lógico y planificación estratégica. Como resultado se obtiene el portafolio de proyectos
- Elaboración del plan operativo. Se desarrolla teniendo en cuenta la metodología anterior y como resultado se obtiene un plan operativo para la implementación de la cuenca.
- Propuesta administrativa. Se elabora con técnicos expertos en temas de sostenimiento y administración financiera, reuniones y talleres que deberán quedar soportadas en actas. Como resultado se tendrá la estrategia administrativa, financiera y económica del plan.
- Propuesta de seguimiento y evaluación. Se elabora con la metodología de seguimiento y evaluación del marco lógico. Se obtiene como resultado el plan de seguimiento diseñado.

- Acuerdos y responsabilidades. Se aplican herramientas del trabajo social para la concertación de actividades y compromisos. Se obtienen actas de compromisos y convenios entre las partes.

Fase de Ejecución del Plan

¿En qué consiste?

Constituye la etapa de realización o puesta en práctica de lo establecido en las anteriores fases.

¿Cómo se hace?

Al igual que las fases anteriores, esta debe llevarse a cabo con el acompañamiento de los actores sociales quienes deben asumir un papel de veedores, cogestores y facilitadores para la implementación de los programas señalados en el plan.

La participación de la sociedad civil cobra mayor relevancia al reclamar políticas de gestión ambiental durables en términos político-administrativos, financieros y de eficacia. La visión técnica y la voz ciudadana convergen en la generación de una corriente de demanda de mayor coordinación intergubernamental e intersectorial en las tareas de diseño y de ejecución de las actividades identificadas en el plan.

Para la ejecución del plan, se tendrá en cuenta:

- Adopción y socialización del plan. Se hace a través de instrumentos jurídicos y estrategias de socialización y divulgación. Como resultado se genera un acto administrativo de adopción del plan.
- Inclusión del plan en los instrumentos de planificación. Se hace mediante herramientas de articulación institucional. Se entiende el resultado con la inclusión del plan como instrumento de planificación.
- Articulación con otros planes. Se integran con estrategias de articulación e integración con planes de ordenación del territorio (POT, PBOT, EOT). Se tiene como resultado instrumentos de planificación articulados.

- Puesta en marcha de la estructura administrativa y financiera. Se usan mecanismos de coordinación interinstitucional como convenios, actas de compromisos, cartas de entendimiento, etc. Se logra la operatividad de los acuerdos, roles y compromisos adquiridos por las partes.
- Desarrollo del plan operativo.

Fase de Seguimiento y Evaluación

¿En qué consiste?

En el proceso de ordenación de cuencas se hace necesario implementar un sistema de seguimiento y evaluación que permita “medir y analizar el desempeño, a fin de gestionar con más eficacia los efectos y productos que son los resultados” que se esperan del plan.

El seguimiento o monitoreo se efectúa durante la etapa de ejecución de un proyecto o plan y no en otras etapas del ciclo del proyecto. Es un procedimiento sistemático empleado para comprobar la eficiencia y efectividad del proceso de ejecución de un proyecto para identificar los logros y debilidades y recomendar medidas correctivas para optimizar los resultados deseados. Este incluye, entre otras acciones como

- Determinar el progreso en la ejecución del plan. Los avances físicos, los costos y el cumplimiento de los plazos para las actividades son elementos que se deben verificar durante la ejecución.
- Dar retroalimentación a los involucrados sobre el proyecto. Esto significa que los resultados que se obtengan del monitoreo deben ser comunicados a los involucrados en el plan.
- Recomendar acciones correctivas a problemas que afectan al proyecto para mejorar el desempeño e incrementar la probabilidad de que el proyecto ejecutado alcance su objetivo y las metas propuestas.

Determinación de los Estudios Básicos sobre Gestión del Riesgo

(Decreto 1807 de 2014)

Con la expedición del Decreto 1807 de 2014, *“Por medio del cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo*

en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones”, los procesos de revisión y ajuste de planes de ordenamiento territorial, debieron incorporar criterios de gestión del riesgo, específicamente en lo concerniente a los denominados estudios básicos para el momento de la revisión, y los de detalle que deben quedar definidos en su ejecución.

Respecto de los estudios básicos, el Artículo 3 del decreto establece:

Artículo 3: Estudios básicos para la revisión o expedición de planes de ordenamiento territorial – POT: De conformidad con lo dispuesto en el artículo anterior para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes, se deben elaborar estudios en los suelos urbanos, de expansión urbana y rural para los fenómenos de inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, que contienen:

- La delimitación y zonificación de las áreas de amenaza
- La delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en las que se requiere adelantar los estudios detallados a que se refiere el siguiente artículo.
- La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en las que se requiere adelantar los estudios detallados a que se requiere el siguiente artículo.
- La determinación de las medidas de intervención, orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.

El mismo decreto establece las definiciones que deberán tenerse en cuenta así:

Áreas con Condición de Amenaza, son las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo POT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural sub-urbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo.

Áreas con Condición de Riesgo, corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos.

Para el desarrollo de los estudios de detalle, deberán tenerse en cuenta, entre otras las siguientes consideraciones:

- Mapa de geología y geomorfología (formato digital). (Se requeriría a escala 1:25000).

- Mapas de tipos de suelos, usos de suelo y cobertura vegetal de la cuenca (formato digital). (Se requerirían a escala 1:25000 o 1:10000).
- Cartografía de la Cuenca (formato digital). (Se requeriría a escala 1:25000 o 1:10000).
- Datos de estaciones meteorológicas pluviométricas y pluviográficas presentes en la cuenca, series temporales de lluvia, temperatura y caudal series de evapotranspiración y otras variables climáticas como Humedad Relativa, Radiación solar, Horas de sol y dirección y velocidad del viento. (Se requerirán con un historial de 30 años mínimo y en formato digital).
- Datos de estaciones hidrométricas limnimétricas y limnigráficas. (Se requerirán con un historial de 30 años mínimo y en formato digital).
- Topografía de detalle de los cauces que cruzan la zona urbana (formato digital). (Se requeriría a escala 1:1000 o 1:2000 ubicando cargas, descargas, infraestructura en cauces y en bordes fluviales, anexando si existen topografías antiguas de los cauces).
- Mapas de redes hidráulicas y sanitarias (formato digital).
- Estudio de medición de rugosidades hidráulicas en campo. (Muestreos en campo y análisis de laboratorio de tamaños de sedimentos).
- Inventario de inundaciones y deslizamientos.
- Análisis de tipología de viviendas e infraestructura y contenido de estas.
- Datos de densidades poblacionales.

ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD

(Álvarez-León, 2010)

La vida se manifiesta en las plantas y los animales de forma diferente. La autonomía e inmanencia de sus actividades son mínimas en las plantas, siendo sus operaciones propias: nutrirse, crecer y reproducirse. Según Verneaux (1989), "la vida vegetativa, se caracteriza por qué: (1) el vegetal es un ser vivo aunque su vida sea menos manifiesta que en un animal, (2) el vegetal tiene alma o su propio principio de vida, (3) dicha alma no es espiritual, sus operaciones son materiales, (4) el alma vegetal no es subsistente, pues desaparece, muere y deja de existir".

En cambio los animales, se caracterizan por tener un segundo tipo de vida, la sensitiva, es decir tienen la capacidad de la ejecución, lo ejecutado es inmanente al animal, queda dentro de él mismo, además de tener características que le son propias: el conocimiento y el apetito sensitivos.

El hombre posee inteligencia, voluntad y libertad. A la vida humana o intelectual le son propios el conocimiento intelectual y el apetito que sigue a este conocimiento, y cuando realiza estas operaciones, las hace con el fin que él fija y no sólo esto sino que el conocimiento intelectual tiene mayor inmanencia que el vegetativo y el sensitivo. Fernández de Córdova (1990) afirma que "el hombre como persona tiene una dignidad superior a la de los animales y vegetales. A su dignidad es la expresión de su naturaleza humana y social, diferente y superior a la naturaleza física pero necesario complemento y principio de

ordenamiento de ella”. Franco-Arbeláez y Salgado de López (1996), están de acuerdo en que éste principio debe ser la base de la Educación Ambiental, ya que todo cambio hacia un mundo mejor, debe ser más humano, más solidario, más justo y más libre de contaminación. Obviamente este ideal, requiere cambios en cada persona con un compromiso ético, no solo con la sociedad, con la naturaleza y consigo mismo, sino sobre todo con el creador de cuanto existe.

La ciencia es en primer lugar, un hábito, es decir, una disposición arraigada y estable. La ciencia se adquiere por el ejercicio de la inteligencia aplicada a la realidad, y se basa en la evidencia que da el conocimiento de las causas de los hechos. Por lo tanto el desarrollo de una nación depende de que se use éticamente la ciencia teórica y la práctica, pensando siempre en dar soluciones a los problemas y necesidades del hombre dentro de una sociedad cada vez más justa y digna.

La ciencia y la tecnología convergen dentro del contexto histórico e que nos encontramos, para ofrecer una visión compleja por su dualidad y antagonismos: (1) presenta una coyuntura con amplias posibilidades para el progreso por el alto desarrollo tecnológico y científico, y (2) nos muestra un mundo donde la ausencia de ética, la corrupción, las guerras, el desempleo, el hambre, en fin un panorama desolador. Esta compleja situación plantea a la educación la necesidad de reconciliar las concepciones científicas y humanistas, para que asumiendo los nuevos retos del futuro del hombre, se oriente hacia una jerarquía de valores en consonancia con las nuevas necesidades del mundo, y sea consciente de que su existencia de su propia decisión. Si el objeto de la ciencia es el progreso del conocimiento y el de la técnica la transformación de la realidad dada, es evidente la necesidad de involucrar ciencia y tecnología como componente de cualquier programa de desarrollo.

La crisis ambiental o ecológica revela una crisis moral. Hay que incluir en primer lugar, la aplicación indiscriminada de los adelantos científicos y tecnológicos. “Muchos descubrimientos recientes han producido innegables beneficios a la humanidad, es más ellos manifiestan cuan noble es la vocación a participar responsablemente en la acción creadora de Dios en el mundo. Sin embargo se ha constatado que la aplicación de algunos descubrimientos en el campo industrial y agrícola produce a largo plazo, efectos negativos. Todo esto ha demostrado crudamente como la intervención en un área del ecosistema debe considerarse sus consecuencias en otras áreas y, en general en el bienestar de las generaciones futuras” (L’Obsservatore Romano, 1989; Franco-Arbeláez & Salgado de López, 1996).

Los actos humanos son aquellos que proceden de la voluntad deliberada del hombre, los que realiza con conocimiento y libertad. Un acto humano es bueno o lícito, si está conforme con la ley moral, y que exige la intervención de las potencias racionales, inteligencia y voluntad, que son precisamente sus elementos constitutivos: la advertencia en la inteligencia y el consentimiento en la voluntad. Un acto es malo o ilícito si va contra la ley moral, y tiene que ser malo en el objeto, en las circunstancias o en el fin; así, cuando se ve claro que el objeto es malo, el acto también lo es. En cuanto a las circunstancias son diversos los factores o modificaciones que afectan el acto humano: ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿por qué?, ¿con qué medios?, ¿dónde?, ¿quién actúa?

La sociedad actual no hallará una solución al problema ecológico sino revisa seriamente su estilo de vida. En muchas partes del mundo esta misma sociedad se inclina al hedonismo y al consumismo, pero permanece indiferente a los daños que estos causan. La gravedad de la situación ecológica demuestra cuán profunda es la crisis moral hombre. Si falta el sentido de la persona y de la vida humana, aumenta el desinterés de por los demás y por la tierra. La austeridad, la templanza y el espíritu de sacrificio deben conformar la vida de cada día a fin de que la mayoría no tengan que sufrir las consecuencias negativas de la negligencia de unos pocos.

Nunca tuvo el género humano tanta abundancia de riquezas y posibilidades y capacidad económica, y sin embargo, todavía una parte grandísima de la población mundial se ve afligida por el hambre y la miseria, y es incontable el número de analfabetos. Jamás tuvieron los hombres un sentido tan agudo de la libertad como hoy lo tienen, cuando siguen aún naciendo nuevas formas de esclavitud social y psíquica.

Ante el extendido deterioro ambiental, la humanidad se ha dado cuenta que no se puede seguir usando los bienes de la tierra como en el pasado. La opinión y los responsables políticos están preocupados por ello, y los estudiosos de las más variadas disciplinas examinan sus causas. Se está formando así una conciencia ecológica, que no debe ser obstaculizada sino bien favorecida de manera que se desarrolle y madure encontrando una adecuada expresión en programas e iniciativas concretas. El auténtico desarrollo humano no puede consistir solamente en el uso, dominio, y posesión indiscriminada de las cosas creadas y de los productos de industria humana, sino más bien subordinar la posesión, el dominio y el uso a su vocación a la inmortalidad (Juan Pablo II, 1991; Pérez-Adán, 1994).

La primera estructura fundamental a favor de la ecología humana es la familia en cuyo seno el hombre recibe las primeras nociones sobre la verdad y el bien; aprende lo que quiere decir amar y ser amado, y por consiguiente que quiere decir en concreto que quiere decir una persona. Se entiende aquí la familia fundada en el matrimonio, en el que don recíproco de sí por parte del hombre y la mujer crea un ambiente de vida en el cual el niño puede nacer y desarrollar sus potencialidades, hacerse consciente de su dignidad y prepararse para afrontar su destino único e irrepetible. (Gómez-Pérez, 1980)

Cuando hablamos de la dignidad del hombre, de inmediato nos enfrentamos a la cruda realidad encerrada en el interrogante ¿de qué dignidad estamos hablando, si continuamos destruyendo todo aquello que hace posible la vida? Ivy Compton Burnett, comentaba que “hemos constituido una cultura a espaldas de la vida”, y no hay duda que es una verdadera ignorancia, o al menos una visión egoísta y miope el continuar este inmediatismo de matar la vida, por buscar la “calidad de vida”.

Immanuel Kant, opinaba que “la gran tarea del hombre es saber cómo ocupa adecuadamente su lugar en la creación”. Un hombre tiene ética cuando la vida como tal es sagrada para él.

Potter (1971), considerado como el padre de ésta disciplina, decía que la Bioética, tiene como función: pensar y soñar en un mundo diferente, un mundo en el que se combine el conocimiento biológico con el conocimiento de los sistemas de los valores humanos. Disciplina que constituye un puente entre dos culturas, la de las ciencias y la de las

humanidades, que aparecían y aún hoy aparecen como ampliamente distanciadas. Potter buscó crear una disciplina donde existiera una verdadera dinámica e interacción entre el ser humano y el ambiente. Consideraba a la Bioética como la ciencia de la supervivencia, y como el puente hacia el futuro de la humanidad.

Daniel Callahan, afirmaba que “la palabra Bioética ha pasado a significar más que un campo concreto de la investigación humana en la intersección entre la Ética y las Ciencias de la Vida, es también una disciplina académica, una fuerza política en la Medicina, la Biología y los Estudios Ambientales, así como una perspectiva cultural muy importante. Se ha extendido al Derecho y las Políticas de Gobierno, la Literatura, la Historia y la Cultura Ambiental, los Medios de Comunicación Social y en la Filosofía y la Religión, además de ámbitos científicos como la Biología, la Medicina, el Ambiente, la Demografía y las Ciencias Sociales, la Genética, incluso el estudio de las plantas y los animales transgénicos, la Biodiversidad y los Derechos de los Animales”.

En los últimos 30 años el desarrollo de la Bioética es verdaderamente espectacular en todos los ámbitos del saber y de las actividades humanas. No hay duda de que la Bioética ambiental y la Bioética global deberán sensibilizar la humanidad para asumir positivas actitudes de valoración, protección, respeto y cuidado de todos los entornos. (Garzón-Díaz, 2002; Cely-Galindo, 2004).

Justificación

El sistema ambiental se puede entender como el conjunto de relaciones e interacciones que se establecen entre un sistema natural y uno social, donde la cultura juega un papel de mediación a diferentes niveles, dando a la problemática ambiental diversos contextos y escenarios muy particulares y a la vez globales.

El análisis de dicha problemática ambiental debe comprender entonces el estudio de las leyes que rigen la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, la forma como se establece una organización social y sus interacciones, rescatando prácticas y comportamientos culturales que han contribuido en la conservación ambiental, transformando aquellas que han generado impactos negativos y generando una actitud frente al manejo y uso de los recursos, teniendo en cuenta los cuatro componentes fundamentales de un sistema ambiental: recursos, espacio, población y sociedad.

Todo ello permite por lo menos dar inicio a nuevos caminos para un desarrollo armónico hombre-naturaleza, en donde la reflexión sobre la relación entre los grupos humanos y el medio ambiente a nivel ecosistémico, permita valorar la actual situación a nivel local, regional y nacional así como generar algunas propuestas de manejo sostenible.

Grandes Temas de Referencia

Principios ecológicos de la concepción ambiental

- Los ecosistemas disponen de los desechos y reemplazan nutrientes reciclando todos los elementos
- Los ecosistemas usan la luz del sol como su fuente de energía
- Las poblaciones son mantenidas en tal forma que el sobre-uso de recursos no existe
- La biodiversidad se mantiene

Análisis de componentes del sistema ambiental

- Recursos
- Espacio
- Población
- Sociedad

Orígenes históricos de la problemática ambiental

- El hombre y el medio. Historia de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Etapas de cazador-recolector, pastor-agricultor, origen de los asentamientos estables. Concepciones religiosas sobre el hombre y la naturaleza. Filósofos naturalistas. La etapa industrial y la revolución tecnológica. Sistemas políticos y el concepto del desarrollo económico.

Los problemas ambientales desde la perspectiva ecológica

- Modificaciones del flujo de energía: contaminación, atmósfera, lluvia ácida debilitamiento de la capa de ozono.
- Desestabilización de los ciclos de materia: agotamiento de recursos, minería, basuras y contaminación, eutrofización y contaminación de cuerpos de agua, cementerios industriales.
- Desarticulación de cadenas tróficas: pérdida de biodiversidad, impactos en la agricultura, erosión, uso de pesticidas, deforestación, destrucción de hábitats.
- Pérdida del equilibrio ecosistémico: los sistemas tecno-biológicos, resiliencia ecosistémica y resiliencia tecnológica, población humana, la explosión demográfica y sus impactos.

Problemas ambientales colombianos

- Crecimiento de la población humana y procesos de colonización. Transformación antrópica de los ecosistemas (Deforestación,

- cacería, minería, expansión urbana, entre otros). Evolución de los procesos y efectos sobre los componentes del ecosistema.
- Deterioro ambiental. Contaminación atmosférica y de las aguas interiores y marinas. Pérdida de calidad y cantidad de agua. Eutrofización. Deforestación. Introducción de especies exóticas. Erosión de suelos. Desertificación. Pérdida de biodiversidad y de otros recursos naturales.

Reflexiones

- La influencia de los procesos de violencia y el narcotráfico en el medio ambiente en Colombia.
- Futurología ambiental tras el Tratado de Libre Comercio.
- Aciertos y desatinos del derecho ambiental en Colombia. Estudios de caso.

La concepción ambiental del desarrollo

- Principios de sostenibilidad
- La dimensión ambiental en los modelos del desarrollo económico
- Propuestas tecnológicas: reciclaje, reutilización, energías alternativas, producción limpia.

Herramientas para la resolución de conflictos ambientales

- Manejo de recursos naturales. Definición, modelos y aproximaciones. El concepto de aprovechamiento sostenido. Factores que lo afectan. La valoración de los recursos naturales. Aprovechamiento y comercialización de recursos naturales. Desarrollo sostenible.
- Conservación de la biodiversidad. Áreas protegidas: parques y reservas. Aplicación de conceptos ecológicos en el diseño de áreas protegidas. Evaluación de Impacto Ambiental. Biología de la Conservación: tamaño poblacional. Modelos de extinción. Técnicas de conservación in situ y ex situ. Principales Programas y Agencias de conservación.
- Biotecnología: Recuperación. Rehabilitación. Restauración. Tratamiento biológico de desechos.
- Participación de la Comunidad: Relaciones simbólicas (percepción de territorio, paisaje, manifestaciones culturales). Recuperación de conocimiento tradicional. Herramientas y Estrategias. Validación. La Investigación Acción Participativa.

- Comunicación científica y transferencia de información. Publicaciones científicas, boletines, folletos informativos periódicos y foros de discusión mediante medios electrónicos. Educación ambiental y extensión. Programas de entrenamiento. El papel de las Organizaciones Ambientalistas Gubernamentales y No Gubernamentales.

Reflexión:

- El conflicto entre la investigación científica "pura" y la investigación "aplicada".
- Hacia un modelo de interpretación ambiental

Principios Ecológicos de la Concepción Ambiental

La cibernética se ocupa del control y la comunicación en sistemas formados por seres vivos y sus artefactos. El término fue introducido por N. Winer en los años de la segunda guerra mundial y debe considerarse simplemente como otra manera posible de ver las cosas. El que el interés por la cibernética sea pasajero o duradero depende de si aporta algo nuevo o positivo al marco de la ecología general. La cibernética trata de los sistemas. Cada sistema es un conjunto de diversos elementos, compartimientos o unidades, cada uno de los cuales puede existir en muchos estados diferentes, de manera que la selección de un estado está influenciada por los estados de los otros componentes del sistema. Los elementos relacionados por influencias recíprocas constituyen un circuito recurrente o feedback. Este circuito puede ser negativo o estabilizador, como el formado por una fuente de calor y un termostato, o los mecanismos reguladores del nivel de azúcar en la sangre. O bien, dicho circuito puede ser positivo o desestabilizador, como la propagación de una epidemia desestabilizadora (Margalef-López, 1981).

En el mundo vivo, los sistemas cibernéticos pueden ser reconocidos en muchos niveles diferentes. Se encuentran a nivel celular, a nivel del organismo y también al nivel en el que los elementos ínter actuantes son individuos. La ecología, es el estudio de los sistemas a un nivel en el cual los individuos u organismos completos pueden ser considerados elementos de interacción ya sea entre ellos, ya sea con matriz ambiental laxamente organizados. Los sistemas, a este nivel, se denominan ecosistemas y la ecología, es la biología de los ecosistemas. Los organismos son portadores de grandes cantidades de información, pues que pueden ser destruidos pero no pueden ser producidos de la nada, cualquier mecanismo regulador implica un excedente inicial (Margalef-López, 1981).

Por las anteriores consideraciones, vale la pena tener en cuenta que:

- a. Los ecosistemas disponen de los desechos y reemplazan nutrientes reciclando todos los elementos.
- b. Los ecosistemas usan la luz del sol como su fuente de energía.
- c. Las poblaciones son mantenidas en tal forma que el sobre-uso de recursos no existe.
- d. La biodiversidad se mantiene.

Análisis de Componentes del Sistema Ambiental

La teoría de la sucesión se ha desarrollado principalmente en relación a los ecosistemas terrestres, por tanto debería haber menos problemas en su aplicación que en el caso de los ecosistemas acuáticos. De acuerdo con el modo general, la diversidad de las comunidades parece estar negativamente correlacionada con la tasa de renovación. En los ecosistemas terrestres el sistema de transporte en el interior de las plantas y la movilidad de los animales, permite asignar una dimensión a la organización espacial del ecosistema. Durante la sucesión, la distancia media entre los lugares por los que entra y por los que sale la energía aumenta. Los ecosistemas terrestres, comparados con los acuáticos, presentan un cociente biomasa animal / biomasa vegetal excesivamente bajo. Esto resulta desconcertante puesto que dicho cociente aumenta durante la sucesión y tiende a ser bastante alto en los ecosistemas maduros. El mayor valor de la relación biomasa animal / biomasa vegetal no se da en el bosque sino en la pradera o en la sabana, donde la vegetación se mantiene rejuvenecida y aprovechable por el pastoreo como sucede en las praderas americanas y en algunas africanas. En estos ejemplos, la vegetación más madura es obviamente el bosque, pero no se puede decir si el ecosistema en conjunto, más maduro es el bosque o el área que soporta la máxima biomasa animal (Margalef-López, 1981).

Por ello es necesario tener en cuenta: (a) Recursos, (b) Espacio, (c) Población, (d) Sociedad.

Orígenes Históricos de la Problemática Ambiental

En biología hay términos que trasciende las reuniones de especialistas para llegar al público en general, a los diarios, al gobierno. Entre ellos tenemos ecología, que ya se incorporó al vocabulario de los políticos; conservacionismo, contaminación y explosión demográfica. Los cuatro están íntimamente ligados entre sí. El aceleradísimo desarrollo tecnológico, tan acentuado en el siglo XX, ha realizado maravillas. Gracias a él cada hectárea rinde más cereal, las vacas dan más leche o carne las gallinas más huevos. El hombre se mueve y

comunica con más facilidad. Se sumerge en los abismos oceánicos, pasera por la superficie lunar y explora otros planetas. Y sobre todo, vive una vida más prolongada y con menos impedimentos. Si hace un siglo el promedio de vida era de unos treinta años, hoy pasa en varios países de los 70. El resultado más inmediato es que la población, que en el paleolítico se duplicaba, cada 150 mil o 200 mil años, lo hace ahora en menos de 35 años. Esto es lo que se conoce como explosión demográfica, la cual produce problemas de contaminación, que a su vez se traduce en destrucción de la naturaleza, que el conservacionista trata de evitar, así como otros daños que afectan la delicada relación entre las especies animales y vegetales y de ellas con el medio ambiente (Balech, 1978).

Será necesario tener en cuenta:

a) El hombre y el medio. La historia de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Las etapas de cazador-recolector, pastor-agricultor, origen de los asentamientos estables.

b) Concepciones religiosas sobre el hombre y la naturaleza. Filósofos naturalistas. La etapa Industrial. La revolución tecnológica. Los sistemas políticos y el concepto del desarrollo económico.

Los Problemas Ambientales desde la Perspectiva Ecológica

La distinción entre recursos renovables y los que no lo son, no siempre es absolutamente clara. En términos generales, sin embargo, los renovables son los vivos o biológicos y los no renovables los minerales. Los primeros pueden mantenerse, a pesar del aprovechamiento, si esta se hace juiciosamente.

Los segundos en cambio, al no reproducirse, tiene una existencia definida o limitada y por lo tanto, su aprovechamiento juicioso solo retrasa el momento para que se de su extinción, a menos que el stock inicial sea muy grande. Dentro de los no renovables, los que han sido sometidos a un intenso aprovechamiento están los combustibles fósiles. En realidad tienen, por lo menos en su mayor parte, origen orgánico y, en ciertos lugares, aun se dan las condiciones para su formación actual. La turba, la primera etapa de del carbón de piedra, se sigue generando en cantidades apreciables en muchas regiones pantanosas frías como. Pero las etapas de formación hasta llegar al alto grado de mineralización de la hulla y la antracita son tan lentas que, desde el punto de vista humano y práctico, estos combustibles no son recuperables. Se tiene entonces toda una serie de carbones, gas y petróleo con sus derivados.

Entre todos ellos suministran la mayor parte de la energía que usamos: mueven trenes autos, barcos, aviones, industrias livianas y pesadas, generadores de electricidad,

producen calefacción y refrigeración, y además son la materia prima básica para una cantidad de industrias químicas que proveen los colorantes, solventes, insecticidas, textiles, medicamentos, entre otros productos muy variados. Pero el consumo creciente de dichos recursos a obligado a la humanidad a evaluar otras fuentes de energía, como son la hidráulica, la eólica, la solar, la nuclear (fusión y fisión), la mareográfica, que podrían ser inagotables, pero insuficientes y sobre todo muy localizadas geográficamente, por tanto las de mayores perspectivas son la solar y la nuclear (Balech, 1978).

No es fácil definir que es contaminación como no lo es definir que es un veneno. Por otra parte ambos están relacionados pues la contaminación resulta, en buena parte una intoxicación de la naturaleza producida por el hombre. Probablemente los problemas comenzaron cuando el hombre aprendió a encender el fuego, o a cazar, pescar o cultivar la tierra en forma primitiva, no obstante desde el punto de vista de la alteración del medio, fue tan insignificante mientras se limitó a cultivos temporales en tierras de aluvión. Pero las cosas comenzaron a cambiar cuando el hombre adquirió la habilidad de conducir aguas a sus tierras de labranza y a regularla por medio de represas. No obstante el verdadero proceso de contaminación intensa comenzó con la civilización industrial y hoy es un fenómeno en crecimiento a pesar de los esfuerzos de la humanidad por minimizar sus efectos nocivos (Balech, 1978).

Será oportuno formular conclusiones teniendo en cuenta:

a) Modificaciones del flujo de energía: contaminación, atmósfera, lluvia ácida debilitamiento de la capa de ozono.

b) Desestabilización de los ciclos de materia: agotamiento de recursos, minería, basuras y contaminación, eutroficación y contaminación de cuerpos de agua, cementerios industriales.

c) Desarticulación de cadenas tróficas: pérdida de biodiversidad, impactos en la agricultura, erosión, uso de pesticidas, deforestación, destrucción de hábitat.

d) Pérdida del equilibrio ecosistémico: los sistemas tecno-biológicos, resiliencia ecosistémica y resiliencia tecnológica, población humana, la explosión demográfica y sus impactos.

Problemas Ambientales Colombianos

Los ecosistemas de los cuales depende más directamente el funcionamiento y bienestar de la sociedad deben ser considerados estratégicos, por la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad y el Estado. Un recorte súbito o paulatino en la provisión de los bienes y servicios de estos ecosistemas conduciría a un colapso o implicaría enormes costos de sustitución, en el caso de que haya sustitución posible. Colombia como el resto del planeta tiene ecosistemas que son estratégicos para su desarrollo, por ejemplo aquellos que permiten: (1) el suministro de agua, (2) el suministro de energía, (3) el suministro de alimentos para el consumo o la exportación. Pero hay que tener en cuenta que dichos ecosistemas mantienen las posibilidades de desarrollo y bienestar sociales, pero existe una fragilidad del sistema ambiental que sostiene el funcionamiento del funcionamiento actual del país. El ambiente no es tan sólo un agente externo de la calidad de vida sino su soporte mismo. Por ello si cada colombiano se entiende así mismo como un usuario y beneficiario cotidiano y constante de la naturaleza, quizá le sea más fácil asumir su defensa.

Según Márquez-Calle (2000), de los ecosistemas dependen ciertos procesos, así:

- (1) satisfacción de necesidades de la población: agua, aire, alimentos, energía, recreación, salud y bienestar,
- (2) productividad económica: energía, materias primas, suelos agua, empleo y riqueza,
- (3) mantenimiento de equilibrios ecológicos básicos: regulación climática e hídrica, conservación de suelos, depuración de la atmósfera, los ríos y los mares; y de riqueza biológica: recursos renovables, biodiversidad ecosistémica de la flora, la fauna y los microorganismos,
- (4) políticas, por su papel en las relaciones al interior de o entre países: cuencas binacionales, recursos valiosos, cultura,
- (5) alto riesgo ambiental en áreas frágiles o deterioradas: protección contra deslizamientos, erosión, perturbaciones climáticas inundaciones y sequías,
- (6) Desde el punto d vista de su área de influencia, se pueden considerar ecosistemas de influencia: global, nacional, regional, local, sectorial.

Los riesgos que amenazan a los ecosistemas estratégicos son de diversa índole, incluidos los administrativos, económicos legales y por supuesto militares. Todos ellos comprometen y han comprometido, la operatividad de las instalaciones para aprovechamiento de los recursos ambientales, por ejemplo represas, embalses, acueductos, sistemas de transmisión eléctrica, entre otros; ello incluye problemas ambientales como contaminación o los asociados, por ejemplo, la conservación de la biodiversidad. De lo descrito se desprende que el país está dependiendo excesivamente de unos pocos ecosistemas para su abastecimiento de agua y energía; una situación similar es previsible respecto a otros bienes y servicios ambientales: biodiversidad, alimentos, materias primas. Ello determina fragilidad de la estructura social y productiva del país respecto a servicios críticos prestados

por ecosistemas estratégicos. De ser así, se plantean al menos dos opciones: (1) la necesidad de que tales ecosistemas estén debidamente protegidos para garantizar que sigan prestando sus servicios, y /o (2) un proceso de descentralización que reduzca la dependencia aprovechando más armónicamente el potencial del país. El medio ambiente debe dejar de considerarse como un ente más o menos abstracto para manejarse como una realidad tangible y cotidiana de la cual hacemos uso continuo de la cual somos parte y de la cual dependemos. Seguir comportándonos frente al ambiente como hasta ahora lo hemos hecho será de otro modo, más que un crimen una terrible equivocación (Márquez-Calle, 2000).

Los efectos por tanto, estarán asociados:

a) Crecimiento de la población humana, asentamiento irregular de esta, expansión de la frontera agrícola y pecuaria y procesos de colonización. Transformación antrópica de los ecosistemas (deforestación, cacería, minería, expansión urbana, entre otros). Evolución de los procesos y efectos sobre los componentes del ecosistema.

b) Deterioro ambiental. Contaminación atmosférica y de las aguas interiores y marinas. Pérdida de calidad y cantidad de agua. Eutrofización. Deforestación. Introducción de especies exóticas. Erosión de suelos. Desertificación. Pérdida de biodiversidad y de otros recursos naturales.

c) Reflexiones:

- La influencia de los procesos de violencia y el narcotráfico en el medio ambiente en Colombia.
- Aciertos y desatinos del derecho ambiental en Colombia. Estudios de caso.
- Futurología ambiental tras el Tratado de Libre Comercio.

La Concepción Ambiental del Desarrollo

La noción de que el crecimiento económico pueden y deben ser compatibles quedo plasmada en la frase desarrollo sostenible, introducida en 1980 durante el debate de la Estrategia Mundial para la Conservación. Fue ampliamente difundida en 1987 por el informe Nuestro Futuro Común, de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo llamada Comisión Brundtland. Según ese informe, el desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Otras entidades y personas han definido el desarrollo sostenible, cada uno a su manera. Algunas de estas definiciones tienen como la de la Comisión Brundtland, alcance mundial. Otras se limitan a lo que

significa desarrollo sostenible en algún sector de la ordenación y uso de los recursos naturales: energía, agricultura, bosques entre otros. Un estudio preparado para el Departamento del Medio Ambiente de los Estados Unidos de Norte América por el economista inglés Prezzy (1989), cita unas dos docenas de definiciones sin, por ello, agotar el tema (UNASILVA, 1992).

No hay sectores del desarrollo que dependa más del ambiente, y que más influyan sobre él, que los de la agricultura, los bosques y la pesca. No sorprende, por tanto, que la FAO se haya ocupado de temas ambientales desde sus comienzos, efectivamente su constitución preceptúa que la organización promueve la conservación de los recursos naturales. Desde hace años ha tenido programas de inventario de los recursos agrícolas, forestales y pesqueros básicos, de asistencia técnica y capacitación en la conservación y aprovechamiento racional de los mismos, así como otros cuya misión fue establecer normas, códigos de conducta y compromisos internacionales para manejar debidamente los recursos (Dembner y Mahler, 1992).

Productividad, competitividad y coeficiencia, son las características de la estrategia gerencial que hoy, en Colombia y en el mundo, tiene como objetivo un desarrollo integral para alcanzar unos mejores índices de crecimiento, rentabilidad y bienestar. Bajo las nuevas circunstancias generadas por el reordenamiento económico mundial, los países y las organizaciones diseñan políticas que, además de crecimientos cuantitativos, buscan resultados cualitativos que garanticen un mejor nivel de vida y la conservación de la especie humana, a amenazada por diversos factores, unos de carácter natural, y otros, propiciados por el mismo hombre. En el nuevo ordenamiento económico internacional, la ecología ocupa un lugar prioritario. Organismos multilaterales como FMI, BIRF y BID, condicionan la aprobación de créditos a las políticas ambientales, y exigen a los gobiernos y, implantar estrategias especiales en los planes de desarrollo para garantizar la conservación y defensa de los recursos naturales. Después del éxito de las normas ISO-9000 que miden el sistema de calidad de una empresa, las cuales tiene vigencia universal ahora se promueven las normas ISO-14000 que entablen las condiciones mínimas que en materia ambiental tienen que considerar las empresas. En resumen el desarrollo sostenible desde su concepción promueve el equilibrio de cuatro objetivos: (1) crecimiento económico, (2) equidad social, (3) preservación del medio ambiente y (4) responsabilidad de las instituciones públicas (CECODES, 1995).

El desarrollo será armónico, en la medida que se implementen en los proyectos:

- a) Principios de sostenibilidad
- b) La dimensión ambiental en los modelos del desarrollo económico
- c) Propuestas tecnológicas: reciclaje, reutilización, energías alternativas, producción limpia, producción más limpia.

Herramientas para la Resolución de Conflictos Ambientales

Múltiples proyectos desarrollados en diferentes partes del país, ofrecen ejemplos concretos para la resolución de los conflictos ambientales. En todos estos esfuerzos se ha buscado establecer mecanismo de acercamiento con los pobladores de las cuencas involucradas a través de la asesoría social, la asesoría agropecuaria y la educación ambiental, que han sido fundamentales para el entendimiento de la problemática por parte de los pobladores y su participación en las soluciones implementadas. Al reforzarse el concepto de autogestión con las comunidades, comienza a ser manejado el concepto sostenibilidad, el cual busca que la comunidad ad sea protagonista de su propio desarrollo y continúe con acciones de los proyectos, sin depender de los mismos, para hacerlo. Los acercamientos han incluido capacitaciones en artesanías, modistería, culinaria, tejidos, actividades agropecuarias, parcelas demostrativas, giras, charlas y cursos. En las escuelas se ha tratado de capacitar a maestros y alumnos en la problemática ambiental de la región a través de charlas teórico prácticas y el desarrollo para la educación ambiental (GTZ *et al.*, 2006).

En proyectos relacionados con el control de la erosión los objetivos se han orientado a garantizar la estabilización de, los procesos erosivos en zonas fuertemente erosionadas de las cuentas y a desarrollar adaptar y difundir técnicas y métodos de prevención de los procesos erosivos como siembre directa, labranza mínima, abonos verdes y manejos de coberturas vegetales conocidas como técnicas de agricultura de conservación. Estas técnicas en Cono sur (Brasil, Argentina, Paraguay) han demostrado ser muy eficientes y se están implantando en millones de hectáreas con beneficios ambientales y económicos comprobados (GTZ *et al.*, 2006).

Sin una intervención activa, algunas áreas fuertemente degradadas nunca regresaran por si solas al estado anterior a la deforestación y uso de los suelos. La restauración ecológica es por tanto un intenta por controlar la dirección y la velocidad de la sucesión en un sitio degradado con objetivo de lograr la recuperación de un ecosistema similar al original, hasta donde sea posible. Algunos ecosistemas degradados logran recuperarse por medios naturales al ser eliminado el factor causante de la degradación (fuego, sobre pastoreo, tala). En la región andina es común que las áreas donde se desea recuperar el bosque para mejorar la regulación hidrológica sean cercadas para impedir el acceso del ganado y permitir el crecimiento espontáneo de la vegetación. Este tipo de intervención se conoce en ocasiones como restauración pasiva. Un ejemplo de recuperación lo constituye algunos árboles pioneros (colonizadores de áreas perturbadas) comunes en la zona andina como chagualos, guayabos y laureles, facilitan la germinación de semillas y/o la supervivencia de plántulas de especies leñosas que no lograron establecerse en pastizales sin árboles.

De igual manera los problemas asociados a las coberturas del suelo afectan de manera significativa el desarrollo de los ecosistemas, generando impactos sobre su productividad y capacidad regenerativa.

Las diferencias entre las parcelas situadas bajo las copas de árboles aislados y en pastizal adyacentes sugieren que bajo las copas se produce una mayor lluvia de semillas y/o que se forman micro sitios favorables para germinación y establecimiento temprano de especies variadas del bosque secundario (CIPAV, 2003).

Dentro de los sistemas agroforestales pecuarios, el término agro-forestería incluye una serie de sistemas de uso de la tierra en los cuales diferentes especies leñosas perennes (árboles y arbustos) se cultivan en asociación con plantas herbáceas (cultivos, pastos) y/o producción animal (ganado) en arreglos espaciales y temporales variados. Los principios de la agricultura, ganadería, y la silvicultura se combinan para aumentar la productividad de las tierras conservando los suelos, las aguas y la vegetación. Mediante este enfoque interdisciplinario del uso de la tierra, se analizan además los factores sociales, ecológicos y económicos que influyen en la productividad del suelo, para ofrecer soluciones integrales a las necesidades ambientales y económicas de los productores (CIPAV, 2003).

Del área total de bosques tropicales en el mundo, los 16 millones de hectáreas de bosques de manglar (humedales fundamentales en la productividad de las aguas estuarinas y marinas) que se estima que existen, forman tan solo el 1%. Sin embargo, crean ecosistemas muy importantes a lo largo de las costas tropicales del mundo; dichos bosques contienen una amplia diversidad de especies de plantas y forman un importante hábitat para mamíferos, aves, reptiles, peces, moluscos, insectos y micro-organismos. Pero los manglares también son importantes para las personas que viven en o cerca de ellos. Los manglares proveen recursos forestales tales como carbón, leña, madera y materiales de construcción de las viviendas especiales para la subsistencia de las poblaciones costeras. Las personas que viven en los manglares tienen un conocimiento ancestral de cómo utilizar y manejar los ecosistemas de manglar para que sean sostenibles, no obstante los recientes y amplios proyectos urbanísticos y de sobre-explotación de los recursos costeros están degradando y destruyendo los ecosistemas de manglar en todos los países tropicales (Saito, 1996).

En las zonas costeras las condiciones tropicales imprimen una dinámica especial y ésta se relaciona con la biodiversidad, la estructura y la función. Los métodos de restauración dependerán de las condiciones locales y del razonamiento principal para la restauración. No hay por tanto un único razonamiento fundamental, así como no habrá un único método para la restauración de manglares. Cada sitio seleccionado para un proyecto de restauración, presentará problemas diferentes y soluciones distintas. La necesidad de restaurar un ecosistema implica que ha sido alterado o degradado en una manera que choca con los objetivos de manejo o conservación definidos (Field, 1996).

En las comunidades bióticas, muchas especies se regulan unas a otras por medio de la producción y liberación de repelentes, atrayentes, estimulantes e inhibidores químicos. La alelopatía se ocupa de las interacciones químicas planta-planta y planta-microorganismo, ya sean éstas perjudiciales o benéficas. La alelopatía es pues, la ciencia que estudia las relaciones entre las plantas afines y las plantas que se rechazan, utilizando sus feromonas para evitar el ataque de las diferentes plagas y enfermedades a las que pueden ser susceptibles. El efecto alelopático de una planta sobre otro organismo no es total ni para bien ni para mal, sino que está regido por manifestaciones de mayor o menor grado según sean las características de los organismos involucrados. Sin embargo, el potencial de productos naturales que pueden ser usados por sus propiedades biológicas particulares como herbicidas, plaguicidas, antibióticos, inhibidores o estimulantes de crecimiento entre otros, es prácticamente inagotable. Por tanto, el estudio de las interacciones químicas entre las principales especies de un agro-ecosistema y del impacto de los aleloquímicos en la dinámica y en la producción de los mismos, debe conducirnos hacia metas ecológicas y hacia la búsqueda de mayor información que permita aprovechar dicho potencial (Mejía, s.f.).

La evaluación de aspectos ambientales es una herramienta que facilita la toma de decisiones al planificador: seleccionar proyectos eficientemente según sus impactos ambientales, aclarar lo que significan los proyectos sustentables y diseñarlos de manera efectiva. Si la evaluación ambiental es abordada de manera positiva, como una oportunidad para aprender bastante sobre el proyecto antes de que surjan problemas costosos, la experiencia combinada y aprovechada a todo nivel, permitirá aplicar procedimientos cada vez más flexibles y costo-efectivos. El propósito de la evaluación ambiental es asegurar que las opciones de desarrollo bajo consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables, y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo. Dicha evaluación identifica maneras de mejorar ambientalmente los proyectos y minimizar, atenuar, o compensar los impactos adversos. Alertan pronto a los diseñadores, las agencias ejecutoras y a todo el personal, sobre la existencia de problemas, potencialidades y restricciones por lo que las evaluaciones ambientales: (1) posibilitan tratar los problemas ambientales de manera oportuna y práctica, (2) reducen la necesidad de imponer limitaciones al proyecto, porque se pueden tomar los pasos apropiados con anticipación o incorporarlos dentro del diseño del proyecto, y (3) ayudan a evitar costos y demoras en la implementación producidos por problemas ambientales no anticipados. El propósito actual más que evaluar impactos ambientales es valorar aspectos, sean estos positivos o negativos, además de hacerlo con la consideración de evaluar también las potencialidades y restricciones.

Al igual que los análisis económicos, financieros, institucionales y de ingeniería, la evaluación ambiental forma parte de la preparación de un proyecto, y por tanto es responsabilidad de la autoridad ambiental y del interesado en realizar el proyecto (Banco Mundial, 1991).

La resolución de conflictos ambientales, deberá conocer y tener en cuenta:

a) Manejo de recursos naturales. Definición, modelos y aproximaciones. El concepto de aprovechamiento sostenido. Factores que lo afectan. La valoración de los recursos naturales. Aprovechamiento y comercialización de recursos naturales. Desarrollo sostenible.

b) Conservación de la biodiversidad. Áreas protegidas: parques y reservas. Aplicación de conceptos ecológicos en el diseño de áreas protegidas. Evaluación de Impacto Ambiental. Biología de la Conservación: tamaño poblacional. Modelos de extinción. Técnicas de conservación *in situ* y *ex situ*. Principales Programas y Agencias de conservación.

c) Biotecnología: Recuperación. Rehabilitación. Restauración. Tratamiento biológico de desechos.

d) Participación de la Comunidad: Relaciones simbólicas (percepción de territorio, paisaje, manifestaciones culturales). Recuperación de conocimiento tradicional. Herramientas y Estrategias. Validación. La Investigación Acción Participativa.

e) Comunicación científica y transferencia de información. Publicaciones científicas, boletines, folletos informativos periódicos y foros de discusión mediante medios electrónicos. Educación ambiental y extensión. Programas de entrenamiento. El papel de las Organizaciones Ambientalistas Gubernamentales y No Gubernamentales.

f). Reflexión: El conflicto entre la investigación científica "pura" y la investigación "aplicada", y Hacia un modelo de interpretación ambiental

SANEAMIENTO BÁSICO

(MMA *et al.*, 2002)

La Ley 142 de 1994 y el Decreto 605 de 1996, regular lo concerniente al agua potable, a los alcantarillados y a los residuos.

Antecedentes

Durante las últimas dos décadas, el Gobierno Nacional ha realizado algunos esfuerzos importantes para fomentar la actividad del reciclaje a nivel nacional. Es así, como desde el año 1984 se han venido realizando congresos y eventos, con el objetivo de desarrollar políticas de manejo de residuos, que incluya el aprovechamiento y valorización, con la participación activa y digna de la población comúnmente conocida como recicladores.

En este sentido, en los años 1984 en Cali, 1986 en Manizales, 1991 en Medellín con la coordinación del Ministerio de Salud, y 1996 en Bogotá, con la coordinación del Ministerio del Medio Ambiente, se han realizado varios congresos nacionales de reciclaje, con la participación del sector productivo, estatal y solidario, con el objetivo de generar insumos que permitieran la formulación de políticas nacionales y compromisos con el país, en torno al mejoramiento de la calidad de vida urbana en general, y de manera específica, entre otros, en la construcción de instrumentos y estrategias de trabajo conjunto, para brindar mejores condiciones socioeconómicas a la comunidad recicladora.

Como resultado de estos ejercicios, de la transferencia de experiencias exitosas y otras no tanto, y de las recomendaciones suministradas por los diferentes sectores del país, el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló la Política para la Gestión Integral de Residuos, durante el año 1997, que fue aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en octubre de 1998.

Dicha política establece los lineamientos generales para promover el aprovechamiento y valorización, como la primera acción a desarrollar sobre los residuos sólidos generados y que de manera directa, contribuye a mejorar la crítica situación ambiental ocasionada por la disposición final inadecuada de los residuos sólidos en el ámbito nacional, en la medida en que disminuye la fracción de materiales que llega al sitio de disposición final.

La política también establece la necesidad de desarrollar estrategias económicas y financieras que garanticen la sostenibilidad de la actividad del reciclaje, en el marco de la Ley de Servicios Públicos y de la Legislación Ambiental Vigente.

Finalmente, el Ministerio del Medio Ambiente estableció el Plan de Acción para el Impulso a la Política para el Manejo Integral de Residuos, como elemento fundamental para dinamizar el aprovechamiento y valorización de residuos en el ámbito nacional, en el cual se considera la necesidad de planificar y desarrollar proyectos regionales, con evidentes economías de escala que se traducen en mayor factibilidad económica y financiera para dichas actividades y por lo tanto, mayor posibilidades de acceso a créditos de cofinanciación, que permitirán el fortalecimiento de las organizaciones de recicladores, capacitación y la apropiación de tecnologías de transformación.

Introducción

La Política para la Gestión Integral de Residuos (PGIRS) promulgada en 1997 por el Ministerio del Medio Ambiente y aprobada por el Consejo Nacional Ambiental, en 1998, establece principios básicos, objetivos específicos y estrategias de trabajo conjunto, con el objeto fundamental de impedir o minimizar de manera eficiente los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos; en especial minimizar la cantidad y la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico. (MMA *et al.*, 2001)

La mencionada política es clara en cuanto a que se debe trabajar arduamente en fomentar la "cultura de la no basura", en la medida en que el porcentaje de reducción de la generación de residuos es directamente proporcional con la reducción del esfuerzo en la gestión sobre los residuos que se generan, es decir, que un kilo menos generado, es un kilo menos que tenemos que almacenar, presentar, transportar, tratar, aprovechar o disponer.

La Política destaca también, como principio básico, la Gestión Diferencial de los residuos peligrosos y no peligrosos, y el Manejo Separado de los residuos aprovechables de los no aprovechables, que busca la administración compatible con el medio ambiente de los diversos flujos de residuos generados por la sociedad.

Los PGIRS incluyen varias etapas jerárquicamente definidas: Reducción en el origen, aprovechamiento y valorización de materiales orgánicos e inorgánicos, tratamiento y transformación para reducir volumen y peligrosidad y disposición final controlada.

El material aprovechable, tanto orgánico como inorgánico, actualmente se está disponiendo, en un altísimo porcentaje en sitios inadecuados, conocidos como botaderos a cielo abierto, generando un importante deterioro de los recursos naturales y al mismo tiempo, se está perdiendo su valor económico y posibilidad de aprovechamiento, ya sea porque queda abandonado definitivamente en estos sitios o porque cuando es "recuperado" para reintegrarlo al ciclo productivo ya ha perdido un alto porcentaje de su valor real por estar mezclado y contaminado con los demás residuos, aparte del costo social asumido por las personas que realizan dicha labor en condiciones de insalubridad y alto riesgo. Esto determina la necesidad de concientizar y capacitar a la comunidad en la realización de una gestión diferencial adecuada desde la fuente. Se recomienda revisar los informes anuales presentados por la Super-Servicios respecto de la disposición de residuos, pues esas cifras son importancia para el contexto del tema.

El aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, desarrollado en forma organizada, presenta varias ventajas desde el punto de vista ambiental y económico, entre otras, se tiene el incremento de la vida útil de los sitios de disposición final al impedirse que un porcentaje de los residuos llegue a estos sitios, con el aprovechamiento de material orgánico se disminuyen los costos de operación en el relleno sanitario al reducirse la producción de gases y lixiviados, especialmente cuando se realiza aprovechamiento de los residuos orgánicos; igualmente se disminuye la presión sobre los recursos naturales en

cuanto a la racionalización de la oferta y la demanda, también se disminuye el consumo de energía en los procesos productivos y se generan ingresos y empleo, contribuyendo a la dinamización de la economía.

Estas ventajas comparativas del aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, frente al manejo convencional que se le ha dado hasta la fecha, hacen necesario desarrollar y/o ajustar los mecanismos institucionales, económicos, financieros, y normativos, que permitan su sostenibilidad en el tiempo.

Con el fin de obtener de primera mano la identificación de la situación actual del reciclaje, visto desde las organizaciones de recicladores, la industria, y las instituciones del gobierno relacionadas con el tema, el Ministerio del Medio Ambiente, con el apoyo decidido de la Empresa de Aseo de Pereira, organizó, estructuró y desarrolló este taller, con el fin de establecer estrategias de trabajo conjunto, para dinamizar en el ámbito nacional la actividad del reciclaje.

EL AGUA Y LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

(http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica)

El Agua

Cerca de 3/4 partes de la superficie de la Tierra está cubierta de agua. El agua es uno de los recursos más importantes y usados del planeta. En su forma líquida usualmente la obtenemos de la lluvia, manantiales, arroyos, ríos y lagos. Como vapor, el agua también se encuentra en el aire donde suele condensarse y formar nubes. Como recurso natural es utilizada por todos. Algunos de sus usos son: para tomar, cocinar, para el aseo, para actividades recreativas como nadar, navegar en bote, pescar; es un importante elemento de transportación y entre otras cosas para producir energía.

En fin, el agua tiene que estar disponible para nuestra supervivencia. Uno puede pensar que el agua siempre está disponible pues estamos rodeados de agua, tenemos ríos, lagos y arroyos y a veces un 4% de la atmósfera es vapor de agua. Pero a pesar de esto, hay lugares en la Tierra en donde no hay agua. La manera en la cual el agua circula entre la Tierra y la atmósfera determina la localización de este preciado e importante recurso natural. Por eso es importante comprender de donde obtenemos el agua y su ciclo.

Cuenca Hidrográfica

Se entiende por hoya hidrográfica, cuenca de drenaje o cuenca imbrífera al espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas, y con miras al futuro las cuencas hidrográficas se perfilan como las unidades de división funcionales con más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua.

Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la cuenca hidrográfica se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos).

Características de la Cuenca u Hoya Hidrográfica. En una cuenca se distinguen los siguientes elementos:

Divisoria de Aguas. La divisoria de aguas o *divortium aquarum* es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre una cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos, también llamado *divortium aquarum*. Otro término utilizado para esta línea se denomina parteaguas.

El *divortium aquarum* o línea divisoria de vertientes, es la línea que separa a dos o más cuencas vecinas. Es la divisoria de aguas, utilizada como límite entre dos espacios geográficos o cuencas hidrográficas

El Río Principal. El río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje, aunque hay notables excepciones como el río Misisipi o el Miño en España. Tanto el concepto de *río principal* como el de *nacimiento* del río son arbitrarios, como también lo es la distinción entre río principal y afluente. Sin embargo, la mayoría de cuencas de drenaje presentan un río principal bien definido desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas. El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura.

En el curso de un río se distinguen tres partes:

Curso superior, ubicado en lo más elevado del relieve, en donde la erosión de las aguas del río es vertical. Su resultado: la profundización del cauce;

Curso medio, en donde el río empieza a zigzaguear, ensanchando el valle;

Curso inferior, situado en las partes más bajas de la cuenca. Allí, el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos que lleva se sedimentan, formando las llanuras aluviales o valles.

Otros términos importantes a distinguir en un río son:

Cauce. Cauce o lecho (del lat. *calix*, *-icis*, tubo de conducción.) m. Lecho de los ríos y arroyos. Conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riegos u otros usos.

Thalweg. Línea que une los puntos de mayor profundidad a lo largo de un curso de agua.

Margen derecha. Mirando río abajo, la margen que se encuentra a la derecha.

Margen izquierda. Mirando río abajo, la margen que se encuentra a la izquierda.

Aguas abajo. Con relación a una sección de un curso de agua, sea principal o afluente, se dice que un punto estas aguas abajo, si se sitúa después de la sección considerada, avanzando en el sentido de la corriente (en castellano se utiliza también el término "Ayuso" para referirse a aguas abajo).

Aguas arriba. Es el contrario de la definición anterior (en castellano se utiliza también el término «asuso» con el mismo significado).

Los Afluentes. Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.

El Relieve de la Cuenca. Consta de los valles principales y secundarios, con las formas de relieve mayores y menores y la red fluvial que conforma una cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

Las Obras Humanas. Algunas obras construidas por el ser humano, también denominadas intervenciones antropogénicas, que se observan en la cuenca suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego y energía y vías de comunicación. El factor humano es siempre el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se

sobreexplota la cuenca quitándole recursos o «desnudándola» de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas. Pero el mayor de los males es la construcción de viviendas, urbanizaciones y poblaciones enteras en zonas inundables, sobre todo, en las llanuras aluviales de las cuencas de muchos ríos.

No obstante, los seres humanos también realizan obras muy positivas en la conservación y mejoramiento de las cuencas hidrográficas para minimizar o eliminar los efectos destructivos de las crecidas e inundaciones. El ejemplo del Plan Sur en el río Turia, a raíz de las inundaciones de Valencia de 1957 es muy claro en este sentido. Lo mismo podríamos decir de los numerosos embalses de propósitos múltiples de numerosos ríos (siendo uno de esos propósitos la regulación del caudal). Basta a veces la construcción de un sólo embalse en un río pequeño para regularizar su caudal y limitar las crecidas y los daños que pueden producirse.

Partes de una Cuenca. Una cuenca tiene tres partes:

Cuenca alta, que corresponde a la zona donde nace el río, el cual se desplaza por una gran pendiente

Cuenca media, la parte de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

Cuenca baja, la parte de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección.

Tipos de Cuencas. Existen tres tipos de cuencas:

Exorreicas: drenan sus aguas al mar o al océano. Un ejemplo es la cuenca del Plata, en Sudamérica.

Endorreicas: desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación salida fluvial al mar. Por ejemplo, la cuenca del río Desaguadero, en Bolivia.

Arreicas: las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta patagónica central pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia. También son frecuentes en áreas del desierto del Sáhara y en muchas otras partes.

Uso y Aprovechamiento de Cuencas Hidrográficas

Las altas condiciones de pluviosidad en diversas regiones del Departamento de Caldas, permite contar con excedentes de agua los cuales, en muchas ocasiones no son utilizados de manera adecuada.

Sumado a esto, la densa niebla que se posa sobre un buen número de porciones del territorio también tiene la facultad de proveer la posibilidad de aprovechar los contenidos de

humedad de esta en procesos que requieran cantidades de agua determinada y en condiciones que no exigen altos niveles de pureza.

El aprovechamiento de agua lluvia es una práctica que se ha desarrollado durante siglos, e irónicamente, en las áreas más áridas del planeta, incluso se encontraron vestigios que datan de 4000 años a. C en zonas como Israel, Jordania, Yemen, Roma, China e Irán.

En Colombia, el uso de agua lluvia está más asociado a problemas reales de abastecimiento que de la posibilidad de hacer uso de un potencial en un país donde se encuentran zonas de las más lluviosas del mundo.

Se mostrará en esta unidad el uso del agua de las cuencas hidrográficas para abastecimiento de sistemas de acueducto, además de lo relativo al aprovechamiento de agua lluvia, el cual se convierte en un potencial verdadero que es de posible adaptación y que podría usarse, no solo en casas y zonas rurales, sino en instituciones como escuelas, colegios, universidades y empresas.

Conceptual y técnicamente, la cuenca hidrográfica esta vista como un sistema de aguas superficiales en el que interactúan ecosistemas naturales y asentamientos humanos en un complejo de interacciones en los cuales el patrimonio hídrico aparece como un factor fundamental y determinante.

El territorio de la cuenca facilita los procesos de interrelación entre sus componentes sean estos humanos o no, y en estas, los habitantes juegan un papel importante en la comprensión de estas interrelaciones, independientemente de si éstos se agrupan en comunidades con delimitaciones político – administrativas, por su dependencia de sistemas hídricos determinados, caminos o vías de acceso y al hecho incluso de que deban enfrentar problemas comunes.

El concepto de cuenca hidrográfica es en sí un concepto con amplias connotaciones que dependen incluso de los objetivos que se persigan, así los intereses que se persiguen determinan, de algún modo, su definición y caracterización y desde luego su manejo y planificación. En general, y para los efectos de gestión y administración del patrimonio natural, la cuenca hidrográfica se ha entendido tanto como una fuente de recursos hidráulicos, y como espacio del desarrollo de grupos humanos, generalmente consolidados que generan una demanda sobre la oferta de bienes y servicios ambientales que ofrece la cuenca. Así pues, y dadas sus condiciones particulares, el territorio que delimita una cueca, crea una relación de interdependencia entre sus habitantes debido a la dependencia común al complejo hídrico convirtiéndose en un espacio natural con las características mínimas necesarias para abordar procesos de gestión y manejo del patrimonio natural.

Teóricamente y en términos simples, la cuenca hidrográfica es considerada como la superficie de terreno que se encuentra definida por un patrón de escurrimiento del agua, es decir, es una porción de territorio que desagua una ronda hídrica, sea esta una quebrada, un río, lago, laguna, pantano, acuífero subterráneo e incluso una masa oceánica. Autores como Maas & Hox (2005), han descrito la cuenca como una especie de embudo natural, cuyos bordes son los vértices de las montañas y la boca es la salida del río arroyo. Puede ser tan pequeña como la palma de la mano, o tan grande como un continente completo.

Para el caso colombiano, la definición de cuenta esta adoptada por el Decreto 1729 de 2002 el cual la retoma de lo establecido en el Código Nacional de Recursos Naturales (Decreto-Ley 2811 de 1974) y que la conceptúa como *“el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”*. La delimitación de la cuenca se da por el divorcio de aguas, entendido como la cota o altura máxima que divide dos cuencas. (González-González, 2014)

Ciclo Natural del Agua

El ciclo hidrológico es el mecanismo dinámico natural que comprende la circulación general del agua en todos sus estados a través de la naturaleza, siendo, por tanto, el objeto fundamental de estudio de la hidrología. Primariamente interesada ésta con la forma líquida del agua, pues se ha considerado que la nieve y el hielo (las formas sólidas de la precipitación), caen dentro del dominio de la hidrología, pero únicamente porque se derriten hacia la tierra y viceversa. Su funcionamiento El ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren de manera continua, es en definitiva el movimiento ininterrumpido del agua desde la atmósfera se da bajo la energía proveniente del sol, el cual proporciona la energía para su evaporación, la luna cuyas influencias gravitacionales sobre la tierra, provocadas también por el anterior afectan el equilibrio de las fuerzas terrestres y del propio planeta que su campo gravitatorio, el campo electromagnético y el efecto Coriolis controlan el flujo de los vientos.

Dentro de él hay ciclos más cortos que desvían a ciertas partes de éste, por ejemplo: la precipitación pluvial que llega a la vegetación puede evaporarse de esta directamente y, en esa forma, hacer un corto circuito en el ciclo. También el agua puede llegar al terreno y ser retenida en el suelo por fuerzas capilares y moleculares hasta que se evapora. Además, que el agua que no es encontrada en las diversas fases del ciclo va a sostener nuestra vida, así como la vida vegetal y animal (incluyendo en ambos los cosechados y criados por el hombre).

Así, el agua cae sobre la superficie terrestre en forma de precipitación líquida o sólida (nieve, granizo, etc.). Parte de aquella puede ser evaporada antes de tocar la superficie terrestre. Aquella fracción que alcanza la vegetación es parcialmente retenida por las hojas y cobertura foliar de las plantas (interceptación). De allí, una parte es evaporada nuevamente hacia la atmósfera o escurre y cae hacia el suelo, desde donde puede infiltrarse o escurrir por las laderas siguiendo la dirección por las mayores pendientes del terreno.

Aquella fracción que se infiltra puede seguir tres rutas bien definidas: una parte es absorbida por la zona radicular de las plantas y llega a formar parte activa de los tejidos de las plantas o transpirada nuevamente hacia la atmósfera; puede desplazarse paralelamente a la superficie del terreno a través de la zona no saturada del terreno, como flujo sub-superficial hasta llegar a aflorar en los nacimientos o manantiales o continuar infiltrándose hasta llegar a la zona saturada del terreno, donde recargará el almacenamiento de aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas, que se hallan limitadas en su parte inferior por depósitos impermeables (arcillas, formaciones rocosas, entre otras) no permanecen estáticas, sino que a su vez se desplazan entre dos sitios con diferencias en sus equipotenciales. Si se llegasen a presentar fracturas o fallamientos en la base de la formación impermeable, el agua subterránea seguirá descendiendo y eventualmente representará una pérdida de humedad para la cuenca llegando a formar parte del almacenamiento casi inactivo. Este último puede también hallarse conectado hidráulicamente con el océano.

Aquella parte precipitada que escurre a lo largo de las laderas podrá ser a su vez interceptada por las depresiones naturales del terreno, desde donde se evaporará o infiltrará nuevamente, o podrá moverse a través de los drenajes naturales de la cuenca hacia los cauces principales de las corrientes. No hay que olvidar que la evaporación es un proceso continuo cuasi-estacionario presente en todos los puntos de la cuenca, el cual va desde la evapotranspiración en la vegetación hasta aquella proveniente de la superficie del terreno, los cuerpos abiertos de agua, las corrientes principales y secundarias y las zonas saturada y no saturada del terreno.

Nash & Sutcliffe (1970), definen el ciclo hidrológico como el "proceso integrante de los flujos de agua, energía y algunas sustancias químicas" y puesto que el ciclo geoquímico opera también como parte del ciclo hidrológico, con este debemos considerar que:

- El agua que se evapora del océano lleva con ella una pequeña pero significativa cantidad de materia mineral disuelta, como la sal común.
- Los compuestos de nitrógeno, las moléculas de oxígeno y de dióxido de carbono son disueltos en el agua que cae durante las precipitaciones pluviales.
- El dióxido de carbono en el suelo, producto de la descomposición orgánica también se disuelve conforme el agua se infiltra a través de las capas superiores del suelo.

- El ácido carbónico diluido capacita al agua para reaccionar químicamente con los fragmentos minerales, liberando bicarbonatos y carbonatos que también pueden ir en disolución.
- Otros minerales solubles y sales cualesquiera son disueltos por el agua que entra.

Una vez que el agua entra en la matriz geológica, pueden suceder muchas reacciones, como, por ejemplo, que los compuestos menos solubles se precipiten conforme los límites de solubilidad son alcanzados o que las bacterias puedan reducir a los sulfatos en solución. Finalmente, el agua regresa a la atmósfera por evaporación (dejando atrás la materia mineral en el suelo) o bien dicha agua regresa al mar como descarga del agua del subsuelo o en forma de escurrimiento fluvial acarreado su carga mineral con ella. En cada etapa del camino hay un cierto número posible de reacciones químicas y algunas de ellas son reversibles cuando cambia el ambiente físico o químico.

Como puede verse, el ciclo hidrológico comprende una serie de interacciones continuas bastante complejas y de carácter no lineal. Las entradas a la cuenca se hallan distribuidas espacial y temporalmente, por tanto, la respuesta de una cuenca es función del espacio y del tiempo. Por ello, la modelación de los parámetros hidrológicos se convierte en una tarea muy difícil, que requiere de un profundo conocimiento de los procesos arriba descritos. Dado que el agua es un recurso escaso, presente en la naturaleza en formas diversas, susceptible de contaminación por diversos elementos y fuentes, siendo reciclable y renovable por la naturaleza, pero de forma limitada; admite diferentes niveles de gestión.

La escasez de agua es dependiente de la región y dadas las formas diversas de presencia y de gestión, es necesario no olvidar las diferentes formas de existencia del agua para su captación. Es importante el recordar que los usos del agua no son solamente el abastecimiento de poblaciones, industrias, agricultura y ganadería, sino también en baño, deportes, fauna y flora, piscicultura y cultivos marinos.

Tabla 1. Volúmenes de agua en el globo terráqueo, según IDEAM (2001)

	Volúmen (km³)	% del Total	T medio Residencia
Agua líquida			
Océanos	1.300.000.000	97,2	3000 años
Lagos agua dulce	123.000	0.009	10 años
Lagos salados	100.000	0.008	150 años
Cursos de agua	1.230	0.0001	15 – 20 días

Agua en suelo	65.000	0.005	Semanas a años
Mantos (hasta 800 mts de profundidad)	4.000.000	0.31	Miles de años
Aguas profundas	4.000.000	0.31	Miles de años
Agua sólida			
Glaciares y casquetes	35.500.000	2.50	Miles de años
Glaciares regiones templadas	1.000	0.0001	Miles de años
Agua gaseosa			
Agua atmosférica	12.700	0.001	8 – 10 días
Agua en organismos vivos	400	0.00005	Minutos a años

Se denomina tiempo medio de residencia a la esperanza matemática del tiempo que una molécula de agua que acaba de ingresar en un cierto tipo de recurso (p.e.: agua subterránea) tardará en pasar a otra situación distinta.

Reduciendo la escala, debemos considerar el ciclo del agua desde su captación hasta la distribución en la ciudad y su vertimiento. Karl Imhoff, en 1929 estudiando la cuenca alemana de Rhur, concluyó que una gota fue usada 3 veces. En 1949 en USA un estudio similar arrojó como resultado que una gota se usó 17 veces.

Estimaciones de Agua para Potabilización

Antes de comenzar un proyecto de suministro de agua potable a una comunidad, es necesario conocer cuáles van a ser las necesidades de esta, las necesidades de cada usuario y los instantes en los que demandará el agua; para conocer la coincidencia en la demanda de agua entre ellos. No obstante, como se comprenderá no es posible conocer con facilidad, consumidor a consumidor cuáles son sus necesidades reales, ya que, en general, ni ellos mismos podrán precisarlas con exactitud, pues su vez son función de otro gran número de variables (día, hora, condiciones climatológicas, entre otras).

El problema se complica si se tiene en cuenta que en todo acueducto se producen unas pérdidas, es decir que unas ciertas cantidades de agua han de ser suministradas, pero no serán jamás utilizadas (evaporación, fugas, filtraciones, etc.) y que estas pérdidas dependen a su vez de otros nuevos factores (estado de la red de distribución, recorrido al aire libre, temperatura ambiente, entre otras). Más aún, habría que contar con los derroches que por diversas causas van a producirse.

Aún más difíciles se ponen las cosas, si se considera que una obra de abastecimiento no debe diseñarse para resolver las necesidades actuales, (ya que, entre otras cosas, en el tiempo en que se realice el estudio, proyecto, contratación y ejecución, estas habrán cambiado), sino que debe ser una obra que debe tener un cierto periodo de validez, es decir, debe resolver el problema durante un cierto periodo de tiempo. Por tanto, esta evaluación de necesidades debe hacerse no en el momento actual, sino en un momento futuro, cuya diferencia en tiempo con el día de hoy, será de nuevo función de otra nueva serie de variables (selección de inversiones, capitalización, inversiones alternativas, entre otras). Otra nueva dificultad se añade si se considera que en dicho momento futuro no se conocen ni el número de consumidores que habrá, ni sus necesidades.

Afortunadamente, el proyecto de un abastecimiento de agua potable es, en general, poco sensible a pequeños errores de evaluación. Lo que permite (salvo casos particulares y concretos especialmente delicados) recurrir a hipótesis simplificadoras, que conducen a modelos sencillos como el siguiente: la cantidad de agua a consumir por la comunidad es igual a la población (neta de habitantes) por un cierto consumo unitario denominado "dotación" que habitualmente se expresa en l/hab/día.

Sin embargo, pese a lo sencillo del modelo, su aplicación no está exenta de dificultades. Así, en cuanto a la población, no presenta problema en su situación actual puesto que las estadísticas o censos la fijan con mediana exactitud, pero representa un problema importante en cuanto a la estimación de su valor en el futuro. En efecto, la población de una comunidad en el futuro es una variable aleatoria, ya que depende de factores incontrolables, como pueden ser la variación de los índices de natalidad y mortalidad o los atractivos que en el futuro se presenten hacia la emigración o inmigración. Estos a su vez dependerán de otros muchos, tales como evolución de la mentalidad, progresos de la medicina, desarrollo industrial, disponibilidad de terreno urbanizable, tendencias en el urbanismo local, gestión, entre otras

Los métodos que pretenden resolver este problema no darán por tanto una solución única, sino que simplemente tratarán de encontrar un valor de la población que se inserte en la zona más probable y tal que en un entorno de dicho valor se concentre la máxima probabilidad posible. En cualquier caso un proyecto de acueducto es poco sensible a pequeños errores de esta estimación ya que en otros aspectos suelen tomarse niveles de seguridad que lo permiten. En última instancia, la variable más afectada por estos errores será la del periodo de validez del proyecto, lo que influirá en un adelanto o atraso de las inversiones futuras, este aspecto resulta poco importante si el error es pequeño.

La estimación de la dotación es otro problema que tiene sus dificultades, en ocasiones resulta difícil incluso establecer la dotación actual, ya que el consumo puede estar seriamente afectado por las malas condiciones del abastecimiento en el momento presente

(restricciones, mala calidad del agua servida, ausencia total o parcial de contadores, excesivos o muy bajos precios del agua, estado de la red de distribución, etc.) cuyas anomalías, una vez corregidas, alterarán el consumo aunque no se altere ninguna otra circunstancia.

El problema de estimar la dotación en un momento futuro tiene así mismo gran dificultad ya que nuevamente nos encontramos ante una variable aleatoria, que depende de gran número de variables incontrolables o difícilmente controlables como son: el desarrollo del nivel de vida, las tendencias urbanísticas, el desarrollo de los electrodomésticos, el peso del consumo industrial y comercial, la gestión del servicio, la política de precios del agua, etc. Sin embargo, se admite que la dotación es en general, creciente con el tiempo, si bien el problema se presenta en la fijación del índice de crecimiento.

Toma y Almacenamiento de Agua Cruda

Para iniciar los procesos que llevan a determinar la posibilidad de construir un sistema de acueducto para abastecer una población, es necesario tener en cuenta las condiciones establecidas en las guías de construcción de acueductos, entre los cuales se destacan:

- Que la cuenca garantice el área y precipitación suficientes que permita la permanencia del caudal requerido durante el período de diseño del sistema

- Que ocupe áreas con baja densidad habitacional

- Que en la zona de inundación no existan grandes extensiones boscosas

- Que no se intercepten fuentes con alta turbiedad o cuya calidad sea dudosa

- Que los requerimientos de obras en infraestructura sean mínimos

Captación de las Aguas

Derivar agua de un cuerpo natural surte efectos ambientales que modifican su equilibrio, su calidad y su régimen. El impacto se da in situ, como en el caso de captación de aguas subterráneas y de aguas en reposo; o también, aguas abajo de la captación cuando se deriva de una corriente.

Se entenderá por captación, el conjunto de estructuras necesarias para captar agua de una fuente de suministro (RAS, 2000).

Una captación de agua pluvial consta de las siguientes partes:

Una superficie de recogida de agua, que debe estar limpia y ser lo suficientemente impermeable como para no permitir que cierta parte importante del agua precipitada se pierda por infiltración en el terreno. Puede ser un tejado, (que no sea de paja, cartón o metal), un patio empedrado o de hormigón, una ladera no cultivada o en general, cualquier superficie preparada con tal fin.

Un depósito en el que se almacene el agua, denominado aljibe, que se construye subterráneo para minimizar las pérdidas por evaporación y preservar la temperatura del agua.

Un tratamiento del agua recogida que generalmente se reduce a una simple filtración sobre lecho de arena y se realiza en el interior del propio aljibe. En ocasiones, se añade un depósito de decantación.

Los aljibes deben estar dotados de un desagüe de fondo que permita su vaciado y de un aliviadero que permita evacuar las cantidades sobrantes. Se usan, normalmente tres tipos de aljibes:

a) El aljibe veneciano, se denomina así por haber sido usado de forma intensiva en la ciudad de Venecia, bajo los patios de sus casas. Consta de un volumen revestido, relleno de material filtrante, con un pozo central de toma y canales laterales de entrada donde se produce una decantación elemental.

El agua pasa de los canales al interior de la masa filtrante, recorriéndola de arriba hacia abajo y entrando en el pozo por su parte inferior. El material filtro se subdivide en tres o en cuatro capas de granulometría diferente. Tiene la ventaja de que su bóveda se apoya directamente sobre el material filtro y el inconveniente de que su capacidad útil es de 30 al 40 % de su volumen total.

Oferta Ambiental

Se entenderá como oferta ambiental la porción de un recurso que puede ser utilizada sin causar detrimento ambiental. En el caso de una captación la oferta está dada por el caudal de agua que será necesario derivar para suplir las necesidades de la población.

Adicionalmente se deben tener en cuenta los impactos que este tipo de estructura tendrá sobre el medio receptor durante la etapa de construcción.

El más importante de los elementos de la oferta ambiental que se tendrá en cuenta a la hora de estimar la posibilidad de un proyecto de abastecimiento, es el relacionado con el caudal, adicional a este, se tendrán en cuenta otros criterios tales como:

- Cercanía al punto de destino lo que será favorable en los procesos de transporte toda vez que será más económico
- Calidad del agua en origen que incidirá de forma determinante, sobre los costos de potabilización y tratamiento
- Permanencia del suministro aún en épocas de sequías, esto teniendo en cuenta los niveles de precipitación y otras variables climatológicas.
- Facilidad para la extracción y captación lo que influirá en los costos del proyecto
- Condiciones topográficas que permitan hacer conducción por gravedad o con obras de ingeniería que no revistan esfuerzos e inversiones mayores
- Capacidad del terreno para la ampliación, de tal suerte que se permita ampliar para atender a los problemas inicialmente encontrados o a nuevas necesidades que surjan.

Cuencas aéreas: Aprovechamiento de Agua Lluvia

La práctica de recolección de aguas lluvias, según los estudios y análisis de la FAO son de vital importancia especialmente en las regiones áridas o semiáridas del mundo, tanto así, que la mayoría de las publicaciones existentes sobre ésta técnica se basa en experiencias del Medio Oriente, Australia, África del Norte, India, norte de México y sur este de Estados Unidos. Recientemente han aparecido más publicaciones sobre experiencias en África (Sub-Sahara y del Sur) y sobre América Latina. Estas publicaciones describen algunas experiencias en México, Brasil y (en menor cantidad) en los Andes.

Según los fines, y variables de modo, tiempo y lugar, hacen que los sistemas varíen desde simples contenedores de agua lluvia para el riego de jardines o usos sanitarios en zonas

urbanas, hasta la recolección a gran escala de agua lluvia para todos los usos domésticos de una ciudad.

El diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, está definido básicamente por dos determinantes, los volúmenes de almacenamiento y el potencial de ahorro del agua.

El cálculo del volumen de almacenamiento de agua lluvia es descrito claramente por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), el cual se determina a partir de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada. Otros estudios determinan calcular la posibilidad de almacenamiento de agua lluvia mediante un cálculo que interrelaciona la precipitación promedio mensual o anual, el área de captación y el coeficiente de escorrentía, sin embargo, este, método permite conocer sólo el valor de la oferta disponible. Para determinar los volúmenes de almacenamiento habrá que tener en cuenta también factores como la evaporación y las pérdidas en el almacenamiento por depresión. (CEPIS)

Para el diseño de sistemas de almacenamiento y aprovechamiento de aguas lluvias, se deben tener en cuenta elementos como techos, canaletas de recolección, interceptores, tanques y otros que varía según el tipo de almacenamiento.

Los tipos de techos y sus materiales variaran de acuerdo a las condiciones e incluso al esquema presupuestal previsto para la construcción del sistema. Así pues los techos más económicos prevén materiales como concreto y las tejas de arcilla, debido a su durabilidad, bajo costo y calidad del agua lluvia; sin embargo, estos materiales son responsables de pérdidas cercanas al 10% debido su alta porosidad, situación que se puede contrarrestar pintando las superficies o cubriéndolas con selladores que mejoren el escurrimiento y prevengan los crecimientos bacterianos por la acumulación en los poros. Otros materiales utilizados en los techos son: metal, tejas de asfalto, tejas de madera, alquitrán y grava.

El material de las canaletas puede ser aluminio (sin soldadura), acero galvanizado, cobre y acero inoxidable siendo este último el más costoso. Es importante tener en cuenta que las uniones de soldadura con plomo no deben usarse ya que, en caso de presentarse lluvia con niveles de acidez, el plomo se puede disolver y contaminar el agua almacenada. Otros materiales que pueden usarse son el PVC y maderas como la guadua, los cuales también ofrecen una buena capacidad de desplazamiento del agua a colectar.

Respecto de los interceptores las recomendaciones se consideran en un sistema sencillo que consiste en un tanque al cual llegará un litro de agua lluvia por cada metro cuadrado de área captada, así cuando el tanque llegue a su cota de rebosamiento, el agua seguirá al

tanque de almacenamiento. Respecto de los tanques de almacenamiento estos pueden ser de diferentes materiales como plástico (fibra de vidrio, polietileno, PVC), metales (acero, acero galvanizado), concreto (ferrocemento, piedra, bloque de concreto), madera (madera roja, abeto, ciprés); los tanques en concreto son quizás los más usados y se encuentran cuadrados, rectangulares, cilíndricos, enterrados, semi-enterrados o elevados.

Captación de Agua Lluvia

Un sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia básico está compuesto principalmente por:

- Captación
- Recolección
- Interceptor de primeras aguas
- Almacenamiento



Figura 8. Sistema típico de captación de agua lluvia en techos (CEPIS)

Captación

Es la superficie destinada para la recolección del agua lluvia. La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener adecuada pendiente (no inferior al 5%) y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección. Como se planteó anteriormente el tipo de materiales del techo dependerá no sólo del presupuesto sino también del área donde se instala, además debe considerarse

que los techos con compuestos de asfalto, amianto o los que están pintados se recomienda utilizarlos sólo cuando el agua captada no es para consumo humano, ya que pueden lixiviar materiales tóxicos con el agua lluvia.

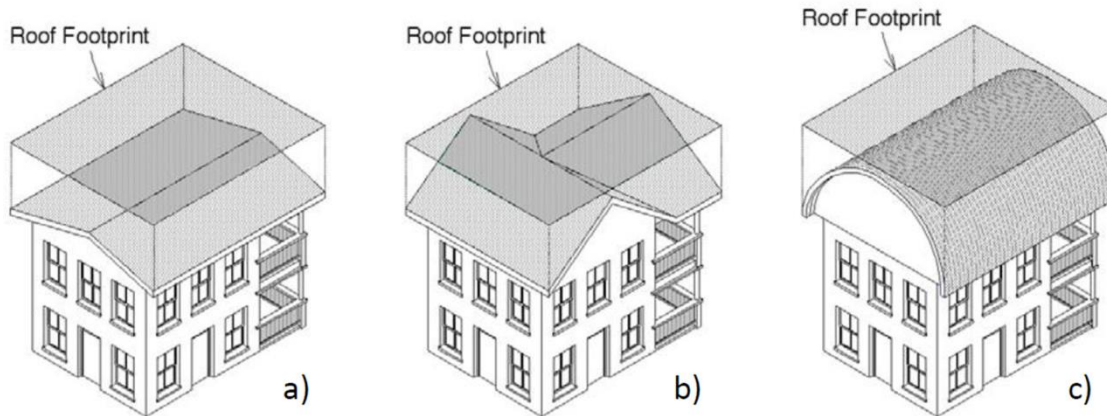


Figura 9. Áreas de captación para tres tipos de techo, según TWDB (2005).

Recolección y Conducción

Se conforma esta por el conjunto de canaletas ubicadas en los bordes más bajos del techo (aleros), usados para recolectar agua lluvia y conducirla hasta el sitio definido para el almacenamiento. Las canaletas se deben instalar en pendientes no muy grande a fin de que permitan la conducción hasta los bajantes. El material usado en las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de disminuir la posibilidad de fugas. Se recomienda entonces como material para las canaletas la guadua (bambú), otros tipos de madera, metal y PVC, cuidado que el ancho recomendado este entre 75 y 150 mm.



Figura 10. Tejados y canales, según www.bloghabita.com

Interceptor

Este dispositivo es el usado para captar las primeras aguas lluvias que corresponden al lavado del área de captación, a fin de evitar un almacenamiento con gran cantidad de impurezas. En términos generales este puede constar de un tanque al cual entra el agua por medio de los bajantes unidos a las canaletas. El tanque debe contar con una válvula de flotación, la cual cerrará el paso del agua una vez esté se llene y así pasará directamente al tanque de almacenamiento, o con cota de llenado como se dijo anteriormente.

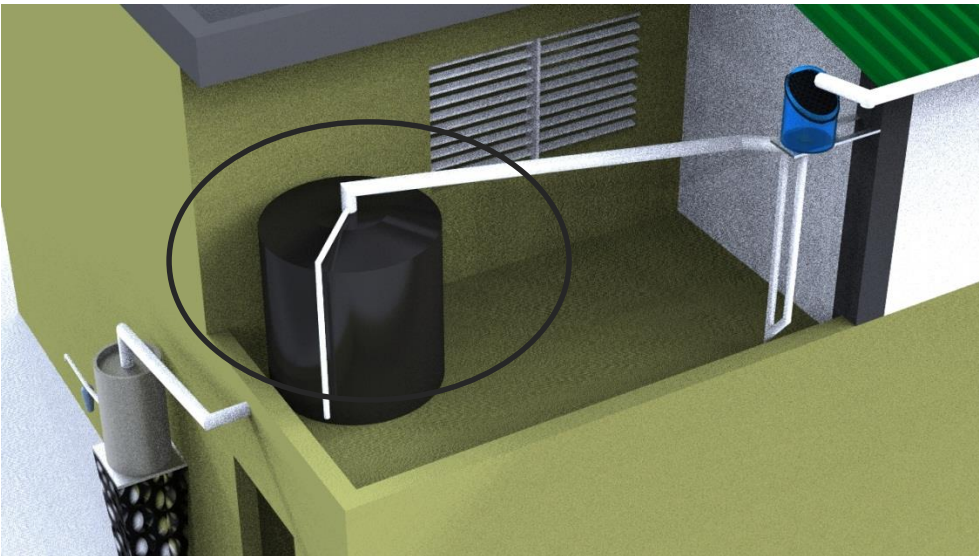


Figura 11. Conducción y almacenamiento según www.revartdr.org

Almacenamiento

Este es el depósito destinado para la acumulación permanente, conservación y abastecimiento de agua lluvia para los usos definidos, debe ser duradero, y cumplir mínimo con los siguientes aspectos:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración
- Preferiblemente con una altura no mayor a 2 m para minimizar las sobre-presiones
- Con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar
- Con un ingreso amplio para permitir una fácil limpieza y posibles reparaciones
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales
- Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje.



Figura 12. Socialización de los sistemas de almacenamiento según www.aecid.es

Distribución y Bombeo

Esta red se debe hacer paralela a la red de acueducto y debe llegar a los puntos hidráulicos donde se utilizará el agua lluvia, protegiendo siempre el agua potable para que no se mezcle con agua lluvia, puede ser con sistemas de cierre de válvulas. El sistema de bombeo distribuirá el agua hacia los puntos definidos para su uso, como por ejemplo, unidades sanitarias. La tubería de succión debe estar al menos 50 cm por encima del fondo del tanque para evitar arrastre de material sedimentado.

Tabla 2. Requerimientos de instalaciones hidráulicas, según CEPIS

Aparato	Caudal (L/s)	Diámetro (Pulgadas)
Bañera	0,30	¾
Calentador	0,30	¾
Ducha	0,25	½
Inodoro (tanque)	0,15	½
Inodoro (fluxómetro)	2,50	1½
Lavadero	0,20	½
Lava-escobas	0,30	½
Lavamanos	0,10	½
Lavaplatos	0,20	½
Lavadora	0,25	½
Orinal (convencional)	0,15	½
Orinal (fluxómetro)	1,59	¾

Conclusiones. Con respecto a los impactos del uso de la tierra sobre los regímenes hidrológicos y el transporte de sedimentos, existe una relación inversa entre la escala espacial en la que se pueden observar los impactos y la escala en la que podría ser importante la redistribución de los beneficios. Estos impactos se pueden hacer sentir más fácilmente en cuencas de tamaño pequeño. Al mismo tiempo, el número de usuarios del agua que se benefician o sufren el cambio en el uso de la tierra se incrementa con el tamaño de la cuenca. Debido a la magnitud decreciente del impacto, los costes y los beneficios respectivos serán pequeños. Los impactos de las prácticas de uso de la tierra en la calidad del agua, como la salinidad, la contaminación por pesticidas y la eutrofización debida al aporte de nutrientes, sin embargo, podrían ser también relevantes en cuencas de tamaño medio y grande. Estos impactos podrían afectar muchos de los usos en la cuenca baja, incluyendo a los proveedores de servicios de agua potable, la industria, la pesca y otros usos agrícolas.

EI AGUA Y LOS PLANES DEPARTAMENTALES DE AGUA (PDA's) (CONPES, 2007)

Antecedentes y Justificación

La estructura institucional del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se fundamenta en la separación entre las funciones de formulación de la política, la regulación y el control, en cabeza del Gobierno Nacional, y la responsabilidad de los municipios de asegurar la prestación eficiente de los servicios.

La Ley 142 de 1994, estableció que la prestación de los servicios debe llevarse a cabo a través de Empresas de Servicios Públicos (ESP) constituidas por acciones y por organizaciones autorizadas en zonas rurales o áreas urbanas específicas. Solo en casos excepcionales los municipios pueden prestar de forma directa los servicios, una vez se hayan agotado procesos de invitación pública a E.S.P., a otros municipios, al Departamento, a la Nación y otras personas públicas o privadas para organizar una E.S.P (Ley 142 de 1994, Artículo 6). Sin embargo, se estima que alrededor de 670 municipios continúan prestando los servicios de acueducto y alcantarillado directamente. El logro de las metas y la provisión sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento básico, requiere estructuras empresariales eficientes.

La estructura de la industria del sector es altamente dispersa con un alto número de prestadores de los servicios, se desaprovechan economías de escala y se atomizan los recursos aportados por el Estado. Se estima que existen en el país más de 12 mil prestadores, de los cuales 2.244 se encuentran registrados ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), ubicados en 887 municipios. La baja concentración se presenta no sólo por la existencia de más de un prestador en un municipio determinado, sino también por la presencia de prestadores diferentes en municipios que podrían compartir uno solo bajo un esquema regional.

El uso disperso de las diferentes fuentes de recursos (tarifas, SGP, regalías, aportes del Gobierno Nacional, corporaciones autónomas regionales), así como la falta de un componente de pre-inversión integral y con visión regional, ha limitado la celeridad y eficiencia con que se desarrollan los planes de inversión y los procesos de transformación empresarial. Con respecto a los recursos transferidos por el Sistema General de Participaciones (SGP), se han planteado las siguientes deficiencias en su aplicación: (1) desarticulación de planes integrales de inversión y de los planes de las ESP., (2) desvío de recursos por fuera del sector, (3) inversiones dispersas e incompletas debido a la segmentación de los recursos por vigencias presupuestales anuales y el deficiente acceso a crédito, y (4) atomización y asimetrías en la distribución geográfica de los recursos con relación a las necesidades. Desde 1998, el MAVDT ha liderado el Programa de Modernización Empresarial (PME), a través del cual cofinancia y presta asistencia técnica

para la estructuración de procesos de entrada de operadores especializados, con planes de inversión integrales y compromisos de gestión empresarial. Para mejorar la gestión empresarial de pequeños prestadores, el MAVDT implementó el Programa de Cultura Empresarial. De esta forma, el MAVDT ha contribuido a la creación o consolidación de entidades prestadoras autónomas, que operan bajo esquemas de gestión empresarial y aseguran índices crecientes de eficiencia, cobertura y calidad en el servicio y las inversiones.

A través del PME, se han impulsado 42 procesos para la entrada de operadores especializados en 87 municipios, donde la prestación del servicio era muy deficiente, principalmente en la región Atlántica. Estos proyectos han permitido articular recursos en casos aislados y acumular una importante experiencia en la estructuración de contratos con operadores especializados públicos y privados.

Sin embargo, se requiere una estrategia que permita avanzar con mayor celeridad en las transformaciones para el manejo empresarial de los servicios en todo el territorio nacional. Los Planes Departamentales se presentan como la estrategia para armonizar los lineamientos de política que se definieron en el documento CONPES 3383 “Plan de Desarrollo del Sector de Acueducto y Alcantarillado”, con el fin de afrontar las limitaciones que se han planteado: (1) estructura dispersa de la industria y desaprovechamiento de economías de escala; (2) desarticulación de las diferentes fuentes de recursos; (3) planificación y pre-inversión deficiente, que resulta en inversiones atomizadas, falta de integralidad y de visión regional; (4) limitado acceso a crédito; y (5) lentitud en los procesos de modernización empresarial. Los Planes Departamentales permitirán alcanzar este objetivo bajo una estructura descentralizada más ordenada, con visión integral y regional, y mayor eficiencia y eficacia del Estado en sus acciones de apoyo al desarrollo del sector y de control, al tener como agentes coordinadores a los Departamentos.

Definición y Principios Fundamentales

Los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento para el Manejo Empresarial de estos servicios, son la estrategia del Estado para acelerar el crecimiento de las coberturas y mejorar la calidad de los servicios, al facilitar el cumplimiento de los siguientes lineamientos de política: (1) efectiva coordinación interinstitucional al interior de cada nivel y entre diferentes niveles de gobierno, (2) acelerar el proceso de modernización empresarial del sector en todo el territorio nacional, (3) aprovechar economías de escala mediante la estructuración de esquemas regionales de prestación, (4) articular las diferentes fuentes de recursos y facilitar el acceso del sector a crédito; (5) ejercer un mejor control sobre los recursos y el cumplimiento de la regulación, y (6) contar con planes de inversión integrales con perspectiva regional, de corto, mediano y largo plazo.

Los Planes Departamentales se desarrollarán bajo los siguientes principios:

- Los Departamentos en cabeza de la Gobernación, serán prioritariamente la instancia de coordinación con el Gobierno Nacional en la implementación de los Planes, para lo cual deberán fortalecerse a nivel institucional con el apoyo de una Gerencia Integral.
- Se establecerán planes de inversión integrales, con perspectiva regional, a partir de un componente de pre-inversión que podrá cofinanciar la Nación.
- Se articularán las diferentes fuentes de recursos: SGP, tarifas ajustadas al marco tarifario vigente, regalías, recursos propios de las empresas, otros recursos de los presupuestos territoriales, aportes de las Corporaciones Autónomas Regionales CAR´s y los aportes del Gobierno Nacional.
- Se llevará a cabo un manejo transparente de los recursos, a través de esquemas fiduciarios, con participación de la Nación y un esquema de rendición de cuentas del Departamento a las entidades de control y a la ciudadanía.
- El Gobierno Nacional adelantará las gestiones para apoyar el acceso eficiente a crédito, que permita apalancar las inversiones en el corto plazo, en los casos en que sea necesario y viable. En este sentido, la Nación apoyará la estructuración de operaciones de crédito externo con la banca multilateral, y dará el respectivo aval y garantía. El crédito quedará en cabeza del departamento o de la instancia departamental que para cada caso se determine, de acuerdo con el diseño institucional. Adicionalmente, se articulará el crédito interno a través de la línea de crédito con Tasa Compensada administrado por FINDETER.
- De acuerdo con el diagnóstico, se estructurará la entrada de operadores especializados para la prestación de los servicios, la consolidación de los existentes o la creación y fortalecimiento de organizaciones comunitarias eficientes, bajo la coordinación del Departamento y con el apoyo técnico de la Nación. En las estructuraciones se definirán mercados regionales que permitan aprovechar al máximo las economías de escala y abarquen en lo posible zonas rurales nucleadas, por lo menos con un componente de asistencia técnica de los operadores bajo un “plan padrino”.
- El apoyo de la Nación a los Departamentos se hará efectivo de acuerdo con el avance de los compromisos locales para la asignación de recursos y para

la implantación de los esquemas de desarrollo institucional y empresarial propuestos para cada Departamento.

- En la formulación e implementación de los Planes se articularán las acciones de las diferentes instituciones con incidencia en el sector, a nivel nacional el MAVDT, el MHCP, el DNP, la SSPD, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA, la Procuraduría General de la Nación y la Contraloría General de la República; y a nivel territorial los Departamentos, los municipios y las Corporaciones Autónomas Regionales.
- Se fortalecerá la gestión en las zonas rurales mediante programas de asistencia técnica, capacitación y adopción de tecnologías costo-efectivas y sostenibles. El MAVDT promoverá estos programas y progresivamente lo hará a través de las empresas prestadoras y los departamentos.
- Se articularán las políticas y acciones de agua potable y saneamiento con las de desarrollo urbano, particularmente en lo que se refiere a la generación de suelo para vivienda de interés social y a la implementación de los programas integrales de mejoramiento integral de barrios, macro-proyectos de interés social nacional y renovación y re-densificación urbana.

El éxito de los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento dependerá de la eficiente y coordinada interacción entre los actores involucrados, donde los Departamentos serán los líderes del proceso, y articuladores entre el Gobierno Nacional y los actores locales.

Climatología

La ubicación geográfica de Colombia, en la denominada Zona de Convergencia Intertropical, su topografía caracterizada por la ramificación de la Cordillera de Los Andes y la influencia de los mares del Pacífico y El Caribe hacen que las condiciones climáticas del territorio tengan condiciones especiales que comprometen áreas con muy poca precipitación y zonas con los más altos índices de lluvia del Planeta.

Esta variabilidad climática, asociada a las diferentes condiciones altitudinales generan los escenarios territoriales ideales para permitir unos procesos productivos con altos niveles de eficiencia y de excelentes condiciones agronómicas, en lo que representa una potencialidad para el país, la cual se ve afectada, no sólo por la misma variabilidad climática, sino por la falta de políticas preventivas y de protección.

Las condiciones climáticas el territorio colombiano y sus características han sido bien estudiadas, referenciadas y documentadas en las últimas décadas, razón que permite tener ciertas precisiones respecto de la variabilidad y comportamientos climáticos en las diferentes zonas del país.

Por su ubicación, Colombia carece de la influencia directa de estaciones climáticas, pero si se ve regido por un régimen bimodal de lluvias que permite tener períodos semi – húmedos y semi-secos intercalados a lo largo del año (generalmente por trimestres) que se ven alterados de manera significativa por la influencia de fenómenos climáticos como El Niño y La Niña.

Fundamentación

El clima, influenciado por factores diversos asociados entre otros a la temperatura, humedad y direcciones del viento, e interviene de manera directa en todos los procesos del ambiente global. Comúnmente el clima se percibe como las condiciones de la atmósfera que predominan en un determinado tiempo y lugar, y las condiciones del tiempo entendido como las dinámicas de la atmósfera.

En términos generales, el clima es considerado como un conjunto de condiciones atmosféricas, definido por los estados y evoluciones del tiempo, períodos de tiempo, modo y lugar, con características predominantemente variables, y controlado por los denominados factores forzantes y determinantes, y por las interacciones del sistema climático. Históricamente, se han presentado variaciones climáticas en diferentes escales de tiempo que van desde años (variabilidad interanual) hasta de milenios (cambios climáticos globales).

El estado físico del clima, definido como la condición de la atmósfera en un lugar dado y en un período de tiempo definido, es conocido como elemento climático. La presión atmosférica, la temperatura, la humedad relativa, la velocidad y dirección del viento, la precipitación, el brillo solar y la nubosidad, son los elementos principales del clima; y sus definidores están relacionados con fenómenos atmosféricos como la niebla, las tormentas eléctricas, vendavales, la bruma y el mismo humo generado por las combustiones. Las sumatorias cuantitativas y cualitativas de estas condiciones, y registrada en análisis y mediciones se convierten en variables climatológicas. Generalmente, las variables y los elementos climáticos comparten el mismo nombre, diferenciándose las primeras en ser la valoración misma y la segundas, la característica física. El análisis multi-espacial y temporal del comportamiento de las variables permite definir conclusiones sobre el clima actual, el pasado y las fluctuaciones climáticas de diversa escala, lo que deriva en lo que se conoce como predicción.

Fluctuaciones y Variabilidad

Por sus condiciones, el clima varía en escalas de tiempo y espacio definidos; estas variaciones afectan grandes áreas de la Tierra, especialmente zonas áridas y semiáridas donde las precipitaciones experimentan cambios significativos. Los cambios y efectos extremos del clima pueden afectar cualquier tipo de región, de esta manera, por ejemplo, severas sequías pueden afectar zonas muy húmedas e inundaciones ocasionales en regiones secas. Analíticamente, las fluctuaciones pueden ser consideradas como cambios en la distribución estadística usual descriptiva del clima. Comúnmente esta estadística se refiere a valores medios de una variable en el tiempo; y a su vez estos valores medios pueden experimentar cambios bruscos, disminuciones e incluso combinaciones de estas.

De otro lado, la variabilidad climática está referida a las fluctuaciones observadas en períodos de tiempo relativamente cortos, esta incluye las diferencias relativas a valores mensuales, anuales y estacionales, respecto de los valores climáticos esperados, sean estos cambios extremos o no, en lo que se definen como medias temporales. El grado e impacto de la magnitud de la variabilidad puede describirse por la diferencia entre el valor estadístico de largo plazo y las obtenidas para un período de menor longitud. Se entiende como largo plazo un periodo suficientemente extenso como para que en él estén incluidas todas las características de los regímenes del elemento climático, que están en función del tiempo y que pueden presentar variaciones cíclicas en intervalos de tiempo más o menos largos. En la práctica no deben ser inferiores a 30 años.

A su vez, la tendencia climática está caracterizada por los cambios de un elemento climático o del clima, que está caracterizado por aumentos o disminuciones de los valores medios o de referencia en el tiempo, la tendencia climática no se restringe a cambios lineales en el tiempo, sino que se evidencia por valores máximos o mínimos para el punto final del período de análisis.

La Atmósfera: Protectora de la Biosfera

La atmósfera, que además de contener aire, incluye partículas sólidas y líquidas en suspensión, aerosoles y nubes se constituye en la capa gaseosa que rodea y protege el planeta. La composición de la atmósfera, y los denominados procesos atmosféricos afectan de manera directa, y positiva o negativa, la actividad humana y el comportamiento de las interacciones de la biosfera en general, alterando procesos productivos, intercambio y consumo de bienes y servicios, bienestar y seguridad de la población, relaciones ecosistema – cultura, y todos los flujos de materia y energía que allí se generan, de esto parte la necesidad de hacer seguimiento permanente y continuo a las dinámicas de la atmósfera, su composición y los fenómenos que en ella ocurren.

De acuerdo con el objeto de estudio, la meteorología es una ciencia atmosférica, pero a la vez es considerada una ciencia de la Tierra dado que ocupa una de las esferas del planeta.

Como ciencia y disciplina, la meteorología realiza los estudios de los procesos atmosféricos a través de especialidades como la física y química atmosférica, y la meteorología dinámica y sinóptica. Dada su utilidad y aplicabilidad, la meteorología se ha especializado en diferentes áreas de la actividad humana, es así como aparecen la meteorología agrícola, marina, aeronáutica, energética, e incluso aplicadas a la salud, la recreación y el deporte; así la ciencia meteorológica se convierte en una herramienta al servicio de la sociedad.

Composición de la Atmósfera

Aunque no lo parezca, la composición de la atmósfera ha cambiado a través de la historia del planeta hasta conformar la mezcla que actualmente tiene conformada por gases y aerosoles; los cuales, después de los análisis técnicos y científicos se pueden dividir en dos grupos: constantes y variables. Los gases constantes mantienen una composición casi permanente en la atmósfera y se encuentran distribuidos así, nitrógeno (78,1%), oxígeno (20,9%) y argón (0,9%). Los gases variables son los que cambian en mayor proporción siendo los más importantes el vapor de agua y el dióxido de carbono. Otros gases como el óxido nitroso, el metano, y el ozono se encuentran en menor proporción pero juegan un papel importante.

Capas de la Atmósfera

El 98% de la masa de la atmósfera se ubica en una capa delgada, cuyo espesor es aproximadamente 0,25% del diámetro de la Tierra, lo que equivale a unos 30 Km. Para efectos prácticos resulta conveniente dividir la atmósfera en cuatro regiones según la temperatura: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera.

La troposfera es la capa adyacente a la superficie terrestre. Su límite superior –la tropopausa– alcanza aproximadamente una altura de 16 km sobre Colombia. La troposfera es calentada desde su base por contacto con el suelo, que actúa la manera de un cuerpo negro. En ella, la temperatura generalmente disminuye con la altura, hasta alcanzar un valor entre -75 °C y -80 °C. En la primera mitad de la troposfera, la disminución es de 6 °C a 7 °C por kilómetro, y en la segunda mitad ese decrecimiento ocurre a una tasa cercana a 7 °C por kilómetro. Sin embargo, algunas veces y en capas de poco espesor se registran, por el contrario, aumentos de la temperatura con la altitud, particularmente por efectos del enfriamiento nocturno cerca al suelo o por efectos de subsidencia en alturas intermedias, produciéndose de esa forma inversión de temperatura por radiación o por subsidencia, respectivamente.

La troposfera se caracteriza porque en ella se dan la mayor parte de los fenómenos determinantes del estado del tiempo, dado que contiene gran parte de la masa de la

atmósfera y casi todo el vapor de agua y, además, porque en ella también se registran movimientos verticales acentuados.

La estratosfera es la región que se extiende por encima de la tropopausa hasta una altitud cercana a 50 km. En su parte inferior, hasta 20 km de altitud, la temperatura varía muy poco, siendo prácticamente isotérmica.

Los fenómenos meteorológicos observados en la estratosfera son muy distintos de los de la troposfera, puesto que, a diferencia de esta última, la capa superior es caliente mientras que la inferior es fría. Prácticamente no se observan nubes en la estratosfera tropical. El 99% de la masa total de la atmósfera se encuentra en la troposfera y en la estratosfera, dentro de los primeros 50 km encima de la superficie terrestre; ambas regiones son de particular importancia para entender el sistema climático.

En la mesosfera, con un espesor de 35 km aproximados, la temperatura disminuye regularmente desde su límite inferior situado en la estratopausa, hasta aproximadamente -95 °C en su límite superior, llamado mesopausa, cerca de los 80 km de altitud. La atmósfera al nivel de la mesopausa es más fría que en cualquier otro nivel de la atmósfera superior. En la mesosfera el aire es extremadamente fino y la presión atmosférica es sumamente baja. La proporción de nitrógeno (N_2) y de oxígeno (O_2) es igual a la que se obtiene al nivel del mar, donde el aire es más denso, por lo que una persona no podría sobrevivir en ella respirando por mucho tiempo. Así mismo, la baja presión causa ebullición a la temperatura corporal. Los pilotos que vuelan por largos periodos de tiempo a más de 3 km de altura, necesitan utilizar equipo para respiración, pues crean una deficiencia de oxígeno en el cerebro que se conoce como hipoxia, cuyos síntomas son cansancio, inconsciencia y puede causar la muerte. Otro efecto, además de la sofocación, es la exposición a la radiación ultravioleta que afecta la piel.

La termosfera es la región que se encuentra por encima de la mesopausa; está caracterizada por un aumento progresivo de la temperatura con la altitud. Cuando la actividad solar es normal, la temperatura aumenta hasta cerca de los 400 km de altitud, y cuando aumenta su actividad, puede crecer hasta aproximadamente los 500 km. En esta capa la composición de la atmósfera es distinta, ya que las moléculas de un gran número de gases se separan por la acción que tienen sobre ellas los rayos ultravioleta y los rayos X emitidos por el sol, dejando libres los átomos que las constituían.

La Capa de Ozono, Delgada Protección de la Vida Terrestre

El ozono es un gas inestable de color azul y oxidante fuerte, compuesto de tres átomos de oxígeno, muy fácil de producir pero a la vez muy frágil y fácil de destruir. El ozono es uno de los gases componentes de la atmósfera aunque, en comparación con otros

componentes (nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, etc.), su cantidad en la atmósfera es pequeñísima (10-5 %). La concentración del ozono en la estratósfera es de vital importancia porque protege la vida del planeta de los rayos ultravioleta peligrosos para la salud humana, para los animales y plantas, incluyendo el plancton marino, por sus efectos nocivos sobre las células, en el nivel molecular. Por esta razón, es de gran interés el seguimiento de las variaciones del contenido de ozono en la atmósfera.

El ozono se presenta desde la superficie terrestre hasta una altura aproximada de 70 km, pero la mayor cantidad (cerca de 90%) se da en la estratósfera entre los 19 y los 50 km, con una máxima concentración entre los 19 y los 23 km. La capa de máxima concentración se conoce como ozono estratosférico o capa de ozono, varía según la época y el lugar geográfico y además se constituye en el principal filtro de la radiación ultravioleta proveniente del sol. El ozono que se encuentra en la troposfera recibe el nombre de ozono troposférico, y sus mayores concentraciones se localizan entre la superficie terrestre y los 10 m de altura, aproximadamente: es el llamado ozono superficial y está considerado como el principal contaminante fotoquímico; se origina principalmente en las áreas urbanas por varias fuentes de emisiones, como los automóviles y la industria. La concentración elevada de ozono superficial es causante de muchos problemas porque este gas actúa como un contaminante tóxico para la salud humana, produciendo daños respiratorios y pulmonares y dando lugar a ojos llorosos; también tiene efectos nocivos sobre la vegetación y sobre materiales de uso común, como el caucho, los plásticos, los colorantes y las pinturas.

Destrucción de la Capa de Ozono

La interacción de la radiación ultravioleta del espectro solar con el oxígeno a la altura de la estratosfera produce continuamente ozono, que a su vez se descompone por colisión con el oxígeno atómico y por la interacción con algunos elementos químicos, como el carbono, nitrógeno, hidrógeno, flúor, cloro y bromo. En la descomposición del ozono, la radiación UV arranca el cloro de una molécula de clorofluorocarbono (CFC) y este átomo de cloro, al combinarse con una molécula de ozono, la destruye, para luego combinarse con otras moléculas de ozono y eliminarlas. El proceso es una larga cadena capaz de destruir hasta 100.000 moléculas de ozono y sólo se detiene cuando el átomo de cloro se mezcla con algún compuesto químico que lo neutralice. Los componentes químicos que contienen carbono, cloro y flúor son denominados CFC. Los CFC son producidos por muchas aplicaciones desarrolladas por el hombre, tales como la refrigeración, el aire acondicionado, los aerosoles, la espuma, los limpiadores de componentes electrónicos y los solventes. Otro importante grupo de los halocarburos son los halones utilizados en la extinción de fuego, los cuales contienen carbono, bromo, flúor y, en algunos casos, cloro.

Desde la era industrial se han ido incrementando estos químicos en la atmósfera, perdurando muchos cientos de años y favoreciendo el proceso de destrucción del ozono por largos periodos. Por ello los gobiernos han decidido, a través de una serie de compromisos consignados en el Protocolo de Montreal, descontinuar la producción de CFC, halones y otros químicos y buscarles sustitutos más amigables para el ozono.

El Agujero en la Capa de Ozono

El rápido agotamiento de la capa de ozono sobre una región enorme, en la que el total del ozono es inferior a 220-200 UD, se ha dado en llamar 'agujero en la capa de ozono'. Este adelgazamiento, superior a un tercio, de la capa de ozono sobre la Antártida se ha observado durante los dos últimos decenios, todos los años entre septiembre y noviembre. La superficie de insolación máxima, en que la disminución de los valores llevó a hablar de un agujero en la capa de ozono, comenzó tan sólo a mediados de los años ochenta a sobrepasar los 10 millones de km² y ha alcanzado unos 22 millones de km² durante varios días, en cada uno de los seis últimos años. En 1998 se observó una extensión muy considerable, de más de 25 millones de km², durante varios días consecutivos, desde mediados de septiembre hasta la primera semana de octubre. En años anteriores, tan sólo se había evidenciado el adelgazamiento en una superficie tan extensa durante unos pocos días de 1993 y 1994. Por otra parte, el número de días en que la superficie del agujero superó los 10 millones de km² se prolongó durante 100 días, lo que no tiene precedente. El periodo más prolongado observado anteriormente había sido de 88 días durante la estación de 1986.

Al llegar los rayos solares de la primavera, se producen reacciones fotoquímicas sucesivas que descomponen el ozono por acción de los rayos ultravioleta y también, de aquellos compuestos que contienen principalmente cloro, flúor y bromo. A pesar de que las sustancias agotadoras de la capa de ozono no se producen en los polos, sino en las latitudes medias y en especial en el hemisferio Norte, las sustancias son arrastradas hacia las latitudes tropicales y suben luego hacia la estratosfera debido a los vientos; posteriormente gran parte de estas sustancias son congregadas sobre las regiones polares, también por efecto de los vientos. Las condiciones meteorológicas durante el invierno favorecen la creación de una corriente de aire polar que aísla las masas de aire, tornándola muy fría y reteniendo las sustancias agotadoras de la capa de ozono, tales como el cloro y el bromo; durante la primavera se descongelan las nubes y se liberan estas sustancias para reaccionar con el ozono. En el Polo Sur las temperaturas estratosféricas son mucho más bajas que en el Norte, razón por la que se forman muchas más nubes allí y la destrucción del ozono es mucho mayor.

Distribución del Ozono en Colombia

En Colombia, la columna de ozono presenta variaciones significativas a lo largo del año, con una distribución monomodal, caracterizándose los meses de enero, febrero y diciembre por los valores más bajos, mientras que julio, agosto y septiembre evidencian los más altos. En la figura se presentan los mapas de la distribución de la capa de ozono a lo largo del año, obtenidos a partir de las mediciones satelitales del Nimbus 7, Meteor 3 y Earth Probe Total Ozone Mapping Spectrometer (EP/TOMS NASA). Entre diciembre y febrero, la columna de ozono presenta las menores variaciones espaciales y los valores más bajos del año: es entonces cuando Colombia recibe mayor radiación ultravioleta. El sur de la región Caribe y el norte de la región Andina registran las menores concentraciones de ozono, con

mínimos hasta de 239 UD sobre el suroccidente de Antioquia y oriente de Boyacá y Santander. A partir de esta área, los valores de ozono sobre el país crecen latitudinalmente hacia el norte y sur, siendo más acentuados hacia la parte meridional: es así como en Leticia la columna de ozono tiene 256 UD, en tanto que en la parte más septentrional de Colombia los valores se encuentran cercanos a 245 UD. De julio a septiembre la columna de ozono crece significativamente, caracterizándose agosto por registrar los valores más altos del año. Durante estos meses el aumento de las concentraciones de ozono es generalizado sobre el territorio nacional. La distribución espacial es similar durante estos tres meses, con un marcado contraste entre el norte del país, donde se registran los valores más altos (285-288 UD), y la zona sur (por debajo de 275 UD), con un mínimo sobre el altiplano de los Pastos (264-267 UD). En el año, la columna de ozono varía en promedio entre 255 y 267 UD. Es de anotar que la columna de ozono se hace más pequeña a lo largo de las cordilleras, debido a que en esta zona el aire es más limpio y además es más delgada la capa atmosférica que deben recorrer los rayos solares.

El Clima en Colombia

Teniendo en cuenta la definición de Wikipedia sobre clima (La climatología es la ciencia o rama de las ciencias de la Tierra que se ocupa del estudio del clima y sus variaciones a lo largo del tiempo cronológico), el clima de Colombia es muy variado, tanto a lo largo de su territorio como a través del tiempo. Esta diversidad climática está determinada en gran medida por su ubicación geográfica en la denominada zona de confluencia intertropical y por las características fisiográficas del territorio. La diversidad climática colombiana es un recurso importante del país, y las variaciones del clima juegan un papel importante en las diferentes actividades antrópicas y las relaciones ecosistémicas.

Lluvias

El régimen normal de la precipitación está determinado por la situación geográfica y por la influencia de algunos factores importantes, tales como la circulación atmosférica, el relieve, la integración entre la tierra y el mar, la influencia de áreas selváticas o boscosas. La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial la sitúa bajo la influencia de los alisios del noreste y sureste. Estas corrientes de aire cálido y húmedo, provenientes de latitudes subtropicales de los dos hemisferios, confluyen en una franja denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), la cual favorece el desarrollo de nubosidad y de lluvias que se mueven latitudinalmente siguiendo el desplazamiento aparente del Sol con respecto a la Tierra, con un retraso aproximado de dos meses. Con este desplazamiento, la ZCIT pasa sobre el territorio colombiano en dos ocasiones cada año. El desplazamiento de la ZCIT y la acción de factores físico-geográficos regionales, como la orografía, determinan el régimen de lluvias en las regiones del territorio nacional.

Sobre Colombia y las áreas vecinas en el sector del océano Pacífico oriental, la ZCIT alcanza entre enero y febrero su posición extrema meridional en los 2° de latitud norte,

mientras que en diciembre está un poco más al norte. Durante los eventos de El Niño puede alcanzar los 5° de latitud sur, en tanto que en la parte continental, la ZCIT aparece fraccionada e independiente de éste y se ubica entre los 5° y 10° de latitud sur. Entre marzo y mayo, el segmento del Pacífico de la ZCIT se mueve hacia el norte, y su posición cerca de la costa está entre 2° y 7° de latitud norte; la rama continental se conecta entre marzo y abril con el segmento del océano Atlántico, formando un solo sistema que se ubica entre los 5° de latitud sur y 1° de latitud norte al oriente del país; estos dos segmentos se unen a través de conglomerados convectivos no muy bien organizados sobre la región Andina. Entre junio y agosto, al inicio del periodo, el segmento del Pacífico se localiza en los 8° de latitud norte y al final del periodo en los 10° de latitud norte, penetrando a la región Caribe; el segmento continental presenta una inclinación suroeste-noreste sobre el oriente del territorio colombiano, desplazándose también hacia el norte y pasado del ecuador a los 8° de latitud norte. Entre septiembre y noviembre, el segmento del Pacífico comienza su desplazamiento hacia el sur y se registran posiciones desde 11° hasta 7° de latitud norte; la rama continental también inicia su recorrido hacia el sur, moviéndose de los 8° de latitud norte al ecuador, sobre la Orinoquia y Amazonia, perdiendo lentamente la inclinación hasta casi coincidir con las líneas de los paralelos; en este caso también los dos segmentos de la ZCIT se conectan por medio de conglomerados convectivos.

Distribución Temporal de las Lluvias en Colombia

La misma distribución geográfica del país, y sus condiciones variadas influenciadas no sólo por los dos océanos, sino también por la bifurcación de la Cordillera de Los Andes, hace que los regímenes de lluvia en el territorio se comporten de manera irregular a lo largo del año destacándose:

Con régimen bimodal: la mayor parte de la región Andina y de la región Caribe, con excepción de la región del Bajo Nechí, parte de la cuenca del río Sinú y sectores de la vertiente oriental de la cordillera Central a la altura de Samaná (Caldas).

Presentan régimen monomodal: la mayor parte de la Orinoquia y la Amazonia colombiana y los sectores arriba mencionados, como excepciones en la parte andina.

La región Pacífica no presenta una tendencia definida y más bien muestra una diferencia escasa entre las cantidades aportadas por cada mes en particular.

En los valles interandinos de la cuenca Magdalena- Cauca se aprecia que en sentido sur se hace más marcada la temporada seca de mitad de año y más lluviosa la temporada seca de principios de año. Lo contrario sucede en sentido norte, al punto de que en el medio y bajo Cauca la temporada seca de mitad de año tiende casi a desaparecer.

En la cuenca Magdalena no es tan marcado este efecto latitudinal, pero se nota así mismo la importancia que adquiere la temporada seca de principio de año.

Aproximadamente al sur de los 2° de latitud Norte, el régimen comienza a invertirse hasta el punto de que en el extremo sur de Colombia la temporada menos lluviosa tiene lugar a mediados de año. Así mismo, al observar la ocurrencia de los picos máximos puede detectarse el efecto del movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical cuando durante el año atraviesa el país de sur a norte y viceversa.

Pero además de las condiciones de precipitación existentes en una región, es fundamental también tener en cuenta la forma en que se desplaza el aire, es decir los vientos en una región, porque ellos arrastran las masas nubosas hacia algún lugar en donde una barrera física favorezca su transformación líquida en gaseosa. Algunos investigadores de nuestra región denominan a los vientos que suben hacia la cordillera como anabáticos y los que bajan como catabáticos.

Tabla 3. Condiciones climáticas generales de Colombia, según IDEAM (2001)

Condiciones climáticas en Colombia – Resumen	
Porcentaje del área cubierta por el rango de temperatura media anual del aire 24-28°C	70%
Diferencia promedio entre la temperatura mínima y máxima diaria	10°C
Diferencia promedio entre la temperatura media mensual mínima y máxima	2°C
Lugares más cálidos (medido con instrumentos)	
Temperatura media anual más alta	28,9°C (Valledupar)
Temperatura máxima absoluta	41°C (Neiva)
Lugares más fríos (medido con instrumentos)	
Temperatura media mensual más baja	6,3°C Guican (Boyacá)
Temperatura mínima absoluta	-11°C Berlín (Stder)
Lugares más lluviosos	
Puerto López (Cauca)	13.500 mm/año
Tutunendo (Chocó)	11.000 mm/año

Lugares menos lluviosos	
Uribia (La Guajira)	219 mm/año
Bahía Honda (La Guajira)	252 mm/año
Área del territorio con condiciones de sensación térmica	
Agradable	10%
Cálido	12%
Caluroso	68%
Incómodamente caluroso	7%
Área con disponibilidad de humedad adecuada para la agricultura	9,3%
Territorio continental con déficit de precipitación por el fenómeno de El Niño	24%
Territorio continental con volúmenes de precipitación por encima de lo normal por el fenómeno de La Niña	23,4%

Comportamientos Lluviosos Generales

Las menores lluvias se presentan en la Alta Guajira, con totales de 500 mm y menos; los núcleos máximos se han registrado en la región Pacífica, con totales anuales de más de 10.000 mm. En cuanto a la región Caribe, registra lluvias entre 500 y 2.000 mm con un gradiente muy definido en dirección sur, mientras que la región Andina posee una gran diversidad pluviométrica, con lluvias relativamente escasas (hasta 2.000 mm) a lo largo de la cordillera Oriental y en los valles del Alto Magdalena y Alto Cauca y con núcleos máximos (de 3.000 a 5.000 mm) en las cuencas del Medio Magdalena y el Medio Cauca. En la Orinoquia generalmente predominan las lluvias altas (2.000 a 3.000 mm) en su parte central y oriental, aun cuando hacia el piedemonte pueden observarse precipitaciones de hasta 6.000 mm; por el contrario, en el extremo norte de Arauca las lluvias pueden ser menores de 1.500 mm. La mayor parte de la Amazonia recibe entre 3.000 y 4.500 mm por año, mientras que en la región Pacífica caen entre 3.000 y 12.000 mm. Este es el patrón general. Sin embargo, a nivel de regiones se presentan grandes desviaciones a este comportamiento, en razón a la accidentada topografía o a otros factores de meso y macro escala.

Condiciones Climáticas del Departamento de Caldas

La ubicación del Departamento de Caldas y su topografía deja ver condiciones isotérmicas del clima con mínimas variaciones a través del año y con la permanencia de las lluvias tanto convectivas como orográficas. Las grandes diferencias altitudinales conllevan a la existencia de pisos térmicos dada la influencia directa de la altitud en la temperatura media.

El régimen anual de las lluvias es de tipo bimodal, con dos períodos lluviosos y dos períodos de relativa sequía o lluvias bajas. Este comportamiento suele verse afectado por fenómenos climáticos planetarios como la anomalía climática del Pacífico Sur conocida como "El Niño" u otros de carácter más regional que apartan el comportamiento de las lluvias del régimen anual general en algunos años. Los períodos de lluvias altas se suceden en y una vez ocurren los equinoccios del 21 de marzo y 23 de septiembre debido al máximo calentamiento atmosférico, dentro del ciclo anual, sobre el ecuador. Los tiempos "secos" se suceden en los meses posteriores a los solsticios del 21 de junio y el 21 de diciembre cuando el calentamiento atmosférico sobre el ecuador es mínimo.

Otras variables climáticas como el brillo solar y la humedad relativa también presentan un comportamiento bimodal, este comportamiento bimodal se presenta en la generalidad de los años pero no en todos. La condición de alta montaña del territorio del Departamento es un factor determinante del clima. Las temperaturas media, máxima y mínima de un lugar están influenciadas de manera directa por su posición altitudinal, por haber una muy alta correlación entre la temperatura y la altitud. Esta última, también tiene una correlación muy estrecha con la evapotranspiración, y en menor medida, pero de manera determinante con el brillo solar. La conformación orográfica es la causa de las grandes diferencias que existen entre la precipitación de un lugar a otro, en ocasiones relativamente cercanos, por ejemplo, a menos de 3 km.

Aunque en el Departamento el régimen anual de las lluvias es bimodal, hay diferencias subregionales significativas. Se encontraron 5 zonas de comportamiento de las precipitaciones caracterizadas por los siguientes vectores donde se muestra el porcentaje de lluvia caída en cada uno de los meses (González-González, 1997).

Climáticamente es posible zonificar el Departamento de tal suerte que pueda inferirse algunas condiciones básicas y comunes como se muestra a continuación:

Zona 1. El primer grupo o zona de comportamiento de las precipitaciones mensuales se despliega espacialmente en el occidente del Departamento. Todo el territorio del Departamento al oeste del río Cauca sobre la cordillera Occidental pertenece a esta zona, también el cañón del Cauca, los municipios septentrionales de Aguadas y Pácora y el flanco oriental de la cordillera Central por encima de los 1800 ó 2000 m de altitud con un pequeño sector en el páramo de Letras que alcanza a asomarse a la vertiente del río Cauca.

El régimen de esta zona se caracteriza por ser ecuatorial, con influencia mitigada de los Alisios norte. La influencia de los Alisios norte se advierte por el período seco más pronunciado, que se presenta de diciembre a marzo. El funcionamiento tipo norte se aprecia, además, en que el mes de máxima precipitación del primer semestre del año es mayo, tardío con respecto a los otros grupos, debido a que el avance de la Zona de Convergencia Intertropical -ZITC- en este semestre, proviene del sur alcanzando las partes

más septentrionales de la región después de haberse asentado en los lugares meridionales. Sorprende el hecho de que todo el flanco occidental de la cordillera Central, a partir de altitudes que fluctúan entre los 1800 m y 2200 m pertenezca a este tipo de régimen. Se puede explicar por qué los Alisios del norte hacen sentir su influencia, "pegan", a partir de esas altitudes. Las zonas bajas quedan resguardadas de la influencia de los Alisios.

Zona 2. Se encuentra en el flanco occidental de la cordillera Central, coincide con la zona cafetera desde los 5°30' hacia el sur. En la subcuenca del río Chinchiná este régimen avanza hasta el área del Macizo Cumanday (Nevados del Ruiz y Santa Isabel). Su régimen es ecuatorial cuasi-perfecto y estable. Es la zona con mayor estabilidad en las precipitaciones, lo que se aprecia en coeficientes de variación de las precipitaciones por mes computados en el período 1970-1995, y también, la diferencia entre los porcentajes de la lluvia caída en el mes más bajo (5%) y el más alto (13,2%) es la menor comparada con la de otros grupos. Es de notar que en los años secos (cuartil inferior) el comportamiento de la precipitación es perfectamente bimodal y en años de lluvias altas o medias el comportamiento es ligeramente de tipo sur; el mes más bajo es el de julio, o sea que el tiempo es más seco cuando la ZITC permanece al sur de la zona, haciendo más sentida la influencia norte. Su despliegue especial está confinado a las áreas protegidas de influencias ya sea del norte, de los vientos Alisios, o del sur, lo que explica su estabilidad; aparece sólo al occidente del lomo de la cordillera Central.

Zona 3. Se despliega espacialmente en un núcleo en la vertiente del Magdalena de la cordillera Central al oriente del Departamento, comprendiendo desde el nivel del río Magdalena hasta los 1800 m ó 2000 m de altitud en el flanco oriental de esa cordillera. Se caracteriza por tener un régimen ecuatorial cuasi perfecto con leve influencia sur. El comportamiento es parecido al régimen anterior pero menos estable. La influencia sur se aprecia en el mes de julio, el de más baja precipitación. Se diferencia de la Zona 2, además, porque el mes con mayor variabilidad es julio; en cambio, en la Zona 2 el mes de mayor variabilidad es enero. Aparece sólo en la vertiente del Magdalena, en un área de encuentro entre masas de aire provenientes del norte y del sur, más abierta a influencias externas que las áreas de despliegue de la Zona 2.

Zona 4. Se despliega en el territorio departamental en el norte de Manizales por encima de los 2.100 m de altitud. A medida que esta zona avanza hacia el norte se va desplazando en altitud; en el extremo norte de esta zona, San Félix, se encuentra por encima de los 2500 m de altitud. Su régimen se caracteriza por ser ecuatorial con marcada influencia sur, inestable, el de mayor diferencia entre el porcentaje del mes más bajo (3,4%) y el del mes más alto (13,7%). La influencia sur se patentiza en que el período seco más pronunciado es el de junio-julio-agosto. Su campo altitudinal se va reduciendo progresivamente a medida que se avanza hacia el norte. Al parecer es originado por centros de presión originados en el Valle del Cauca cuya influencia se debilita al alejarse de éste en dirección norte. Es el comportamiento tipo sur mejor caracterizado.

Zona 5. Se reduce en el Departamento de Caldas a una estrecha franja paralela a las márgenes del río Magdalena de una anchura media de 10 Km. Su régimen se caracteriza por ser ecuatorial perfecto de valle bajo. Con un comportamiento bimodal cercano a la perfección, el segundo semestre pluviométrico es copia del primero. Se diferencia de la Zona 2 en que la variabilidad (coeficiente de variación) de los meses es mayor y la variabilidad entre los meses es a su vez mayor. Las altas variabilidades lo asemejan con el régimen de la Zona 4.

Es de resaltar que en los regímenes de las Zonas 2, 3, y 4 el valor porcentual de la lluvia caída en los meses más lluviosos del segundo semestre del año (octubre y noviembre) supera al de los meses más lluviosos del primer semestre (abril y mayo). En las Zonas 1 y 5 estos valores porcentuales están equiparados.

Es necesario advertir que los regímenes de precipitación son una caracterización intra-anual hecha con base en series multianuales que no implica que estos patrones mesoclimáticos prevalecientes ocurran en todos los años. Bien puede suceder que en un año haya una mayor influencia norte y al siguiente una mayor influencia sur. La superposición de varios años mostrará una característica climática "promedia" que no necesariamente ocurre todos los años.

Balance Hídrico de una Región

Este concepto puede definirse como, la disponibilidad actual de agua en las varias posiciones que esta puede asumir, como por ejemplo: volumen de agua circulando en los ríos, arroyos y canales; volumen de agua almacenada en lagos, naturales y artificiales; en pantanos; humedad del suelo; agua contenida en los tejidos de los seres vivos; todo lo cual puede definirse también como la disponibilidad hídrica de la cuenca.

Las **entradas de agua** a la cuenca hidrográfica pueden darse de las siguientes formas:

- Precipitaciones: lluvia; nieve; granizo; condensaciones;
- Aporte de aguas subterráneas desde cuencas hidrográficas colindantes, en efecto, los límites de los acuíferos subterráneos no siempre coinciden con los límites de los partidores de aguas que separan las cuencas hidrográficas ;
- Transvase de agua desde otras cuencas, estas pueden estar asociadas a:
 - o Descargas de centrales hidroeléctricas cuya captación se sitúa en otra cuenca, esta situación es frecuente en zonas con varios valles paralelos, donde se construyen presas en varios de ellos, y se interconectan por medio de canales o túneles, para utilizar el agua en una única central hidroeléctrica;
 - o Descarga de aguas servidas de ciudades situadas en la cuenca y cuya captación de agua para uso humano e industrial se encuentra fuera de la cuenca, esta situación es cada vez más frecuente, al crecer las ciudades, el

agua limpia debe irse a buscar cada vez más lejos, con mucha frecuencia en otras cuencas. Un ejemplo muy significativo de esta situación es la conurbación de San Pablo, en el Brasil;

Las **salidas de agua** pueden darse de las siguientes formas:

- Evapotranspiración: de bosques y áreas cultivadas con o sin riego;
- Evaporación desde superficies líquidas, como lagos, estanques, pantanos, etc.;
- Infiltraciones profundas que van a alimentar acuíferos;
- Derivaciones hacia otras cuencas hidrográficas;
- Derivaciones para consumo humano y en la industria;
- Salida de la cuenca, hacia un receptor o hacia el mar.

El establecimiento del balance hídrico completo de una cuenca hidrográfica es un problema muy complejo, que involucra muchas mediciones de campo. Con frecuencia, para fines prácticos, se suelen separar el balance de las aguas superficiales y el de las aguas subterráneas.

De esta manera y con base en el Balance Hídrico de una cuenca podríamos establecer también lo que se ha denominado **Caudal Ecológico**, entendido ello como la referida a un río o a cualquier otro cauce de agua corriente, es una expresión que puede definirse como el agua necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo, como:

- los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna,
- las funciones ambientales como dilución de contaminantes,
- amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos,
- preservación del paisaje.

Todo proyecto que conlleve la derivación de agua de cauces hídricos naturales (agua potable, riego, hidroeléctricas, etc.), deben considerar la conservación del caudal ecológico aguas abajo de las obras, para evitar la alteración de los corredores ecológicos constituidos por estos cauces hídricos.

El *caudal ecológico*, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La base de cálculo deberá responder a una regularidad natural real que, como tal, formara parte de la co-evolución entre el medio físico y las comunidades naturales, independientemente de que fuera una relación poco reconocible. Debe evitarse al máximo la incorporación de arbitrariedades, en la medida en que supone una intrusión de subjetividad y puede devaluar la solidez de los cálculos;
- La aplicación del método y el resultado a obtener deben ser específicos, respectivamente, para cada cauce o tramo de cauce en concreto, evitando planteamientos basados en proporcionalidades fijas. La información que cada cauce

aporta sobre las necesidades de sus comunidades naturales, son evaluadas en profundidad;

- Derivado en parte del requisito anterior, el método adoptado debe cumplir un axioma tan simple y obvio como que: el caudal de mantenimiento o *caudal ecológico* es comparativamente más conservativo en los cauces menores y menos en los de mayores. Restar menos de “poco” puede conducir a nada, mientras que restar mucho de “más” puede permitir una situación sostenible.

Los resultados obtenidos deben estar en línea con experiencias empíricas, tanto bibliográficas como personales, y con los condicionantes propios de los aprovechamientos hídricos ordinarios sobre regulación y/o derivación de caudales. A pesar de la enorme variedad de métodos de cálculo existentes, los resultados obtenibles de todos ellos siguen una distribución más o menos normal que encierra el intervalo de máxima probabilidad entre el 10% y el 30% del caudal medio interanual. Se trata de que el método adoptado mantenga también como intervalo más probable el indicado, a fin y efecto de intentar representar un equilibrio racional entre la conservación de los ambientes fluviales y el aprovechamiento del agua como recurso.

A MODO DE EPÍLOGO

Para finalizar, hemos considerado de gran interés y utilidad, incluir algunos de los más destacados aportes del doctor Gonzalo Duque-Escobar, al conocimiento de la biogeografía, la biodiversidad, la climatología, el bioturismo, la astronomía, los riesgos y las amenazas del ambiente en Colombia, entre otros.

Bosques en la cultura del agua

RESUMEN: De no apurar la adaptación ambiental de la que habla el ambientalista colombiano Gustavo Wilches Chaux en "La construcción colectiva de una cultura del agua", preocupa lo que se vivirá en las siguientes temporadas invernales cuando de nuevo arrecie La Niña. Habrá que aceptar la crítica situación causada por el efecto del "pavimento verde" asociado a la grave potrerización de nuestras montañas, y también la problemática de los "pavimentos grises" constituidos por nuestros mayores centros



urbanos.

Tras haber caído el telón de La Niña 2010/2011 con legiones de damnificados y cuantiosas pérdidas en los medios urbanos y rurales, debe advertirse la urgencia de una reconstrucción que empiece por ordenar las cuencas. La Niña, esta vez significativamente superior a la

media y por lo tanto una de las más intensas de las últimas décadas, como fenómeno que hace con El Niño un ciclo de comportamiento errático, regresará para hacer más húmedas las temporadas secas y de lluvias del singular clima bimodal de la región tropical andina colombiana.

Y tras evaluar y proyectar grosso modo las elocuentes lecciones de las consecuencias de torrenciales aguaceros que han batido registros históricos en frecuencia e intensidad, de no apurar la adaptación ambiental de la que habla el ambientalista colombiano Gustavo Wilches Chaux en “La construcción colectiva de una cultura del agua”, preocupa lo que se vivirá en las siguientes temporadas invernales cuando de nuevo arrecie La Niña, de conformidad con lo ocurrido en este lustro y las dramáticas consecuencias de múltiples y variados eventos hidro-meteorológicos, que entregan para la historia de Colombia las aterradoras imágenes de inundaciones de poblados enteros en la Mojana y la Sabana de Bogotá, de los estragos de flujos de lodo como en Útica y del corrimiento de tierra que se llevó a Gramalote, a modo de inequívocas señales de que somos altamente vulnerables al desastre del calentamiento global.

Y para la ecorregión cafetera, las inundaciones en La Dorada y La Virginia, la pérdida de las bancas de las vías principales para las transversales de Manizales y Armenia y de la red terciaria de las zonas rurales del Eje Cafetero, o la grave problemática de la cuenca de la Quebrada Manizales, tres hechos que tienen en común la falta de una adaptación a la amenaza del calentamiento global, donde se reclama la declaratoria de zonas de interés ambiental en sectores críticos de los corredores viales y un ordenamiento de cuencas que le apunte a la planificación agrícola, al manejo de nuestras represas hidroeléctricas, al aseguramiento de fuentes hídricas, al debido uso del agua, y a la ocupación no conflictiva del territorio en lugares susceptibles a sequías, inundaciones y movimientos en masa.

Entonces, para mitigar la vulnerabilidad del hábitat frente a las torrenciales lluvias invernales, en principio debemos aceptar que dicha fragilidad está asociada a las condiciones que favorecen el descontrol hídrico y pluviométrico resultante de la tala de bosques, dada su doble función como reguladores de las precipitaciones y de los caudales; lo primero al descargar las nubes gracias a la condensación del vapor de agua, y lo segundo al retener la humedad resultante de las precipitaciones. De esta segunda función se nutren las aguas subterráneas y por lo tanto los acuíferos y manantiales, lo que reduce las escorrentías a tal punto que el caudal de los ríos puede ser casi el mismo en invierno que en verano. Y de la primera función, al tener bosques se moderará la intensidad de las lluvias al igual que su distribución a lo largo del año: quien penetra al bosque andino puede advertir en el ambiente húmedo de los musgos y en el fresco del follaje, la condensación del vapor de agua extraída de las masas de aire que trae la brisa diurna a transitar por ese ámbito. Pero si hemos deforestado las montañas, desde la cuenca baja cercana a los valles interandinos hasta la cumbre, no habrá posibilidad de condensación alguna, y por lo tanto se cargarán más las nubes en su tránsito hacia la cordillera, pudiendo a su paso generar precipitaciones a la altura de nuestras ciudades de montaña, chubascos que caerán a modo de aguaceros diluviales.

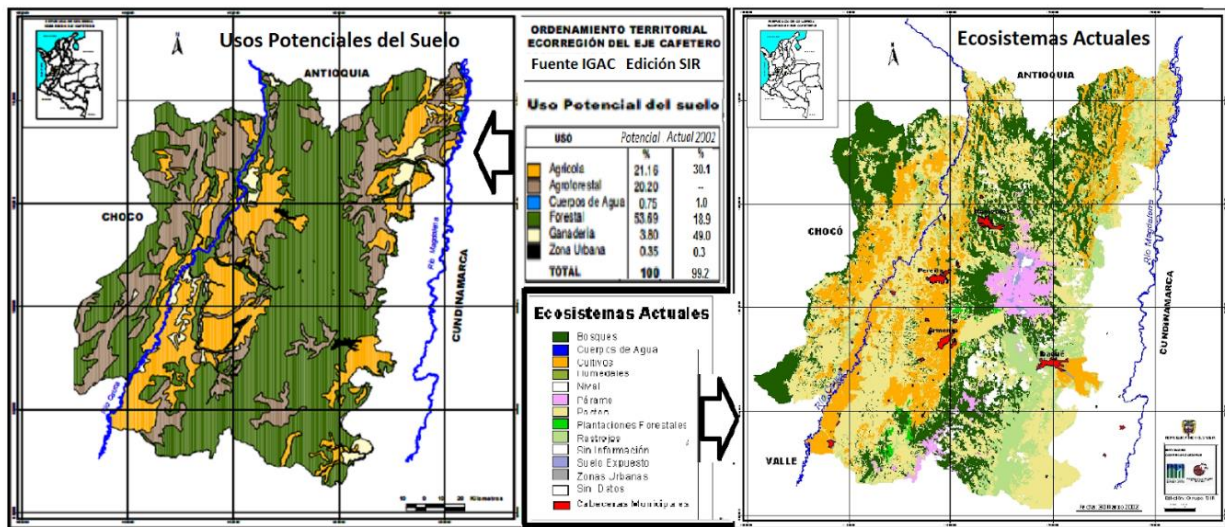
En conclusión, para comprender mejor el impacto de haber destruido humedales, talado bosques y ocupado rondas de ríos y quebradas, y entender mejor la necesidad de reponer el bosque como fundamento para la estabilidad del medio biofísico, socioeconómico y cultural de nuestro entorno rural y urbano, habrá que aceptar la crítica situación causada por el efecto del “pavimento verde” asociado a la grave potrerización de nuestras montañas, y también la problemática de los “pavimentos grises” constituidos por nuestros mayores centros urbanos, cuyas escorrentías no están reguladas dado su sistema de alcantarillado directo carente de estructuras hidráulicas de almacenamiento y efecto regulador llevando de inmediato las aguas lluvias a las quebradas periurbanas, y abreviando como en el caso de las montañas desnudas los tiempos de concentración de las aguas para elevar sustancialmente los caudales, e incrementar con ellos la erosión hídrica y detonar flujos y deslizamientos en las zonas de pendiente, e inundaciones sobre valles y sabanas.

[Ref: La Patria, Manizales, 2011.05.23] Imagen: <http://ecovalcucine.wordpress.com>

Ref: www.bdigital.unal.edu.co/3591/

El ocaso del bosque andino y la selva tropical

RESUMEN: *La deforestación y el comercio ilegal de la madera como causas primeras del gradual ecocidio cometido sobre nuestros bosques andinos y selvas tropicales, un patrimonio fundamental para el agua y la biodiversidad, obligan a desarrollar políticas públicas que enfrenten esta problemática como una estrategia de adaptación al cambio climático.*



Dos problemas estructurales íntimamente ligados, la deforestación y el comercio ilegal de la madera, han sido las causas primeras del gradual ecosidio cometido sobre un patrimonio fundamental para el agua y la biodiversidad, como lo son nuestros bosques andinos y selvas tropicales. Si en Colombia la tasa anual de deforestación en 2013 llegó a valores superiores a 300 mil hectáreas, también en la Ecorregión Cafetera, un territorio biodiverso que alberga al 7% de las especies de plantas y animales del país donde el paisaje estuvo dominado por bosques, ahora solo se conserva menos del 20% de dicha cobertura.

Para el Ideam, mientras la cifra entre 1990 y 2010 llegó a 310 mil hectáreas-año, y en en el Chocó se pierde la batalla contra la deforestación: la Región Andina fue la zona más afectada, seguida de la Amazonía. En cuanto a los principales procesos de destrucción de bosques y selvas de Colombia durante los últimos 60 años, Julio Carrizosa Umaña señala la colonización con propósitos de ganadería extensiva cuando se ofrecieron como alternativa a la reforma agraria, luego el uso de estos como protección de grupos armados y más tarde la presión sobre estos ecosistemas como soporte de cultivos ilícitos.

Indudablemente, faltarían la expansión urbana, la palma africana y la actividad minera. La tala ilegal en Colombia cuya cuantía alcanzó al 42 por ciento de la producción maderera según el Banco Mundial (2006), cantidad equivalente a 1.5 millones de metros cúbicos de madera que se explota, transporta y comercializa de forma ilegal, evidencia una problemática que amenaza la sostenibilidad de los bosques nativos, y la subsistencia de especies maderables apreciadas en el mercado, como el abarco, el guayacán y el cedro, para lo cual las Corporaciones Autónomas aplican nuevos modelos y ajustan los existentes, para hacerlos más efectivos.

El Eje Cafetero, donde los paisajes están dominados por potreros, cafetales, plantaciones forestales, plataneras y cañaduzales, también la infraestructura y uso de agroquímicos, le pasa factura a los ecosistemas boscosos. Aún más, de un potencial del suelo que es del 4% para potreros, dicha cobertura en 2002 llegó al 49%; de un potencial del suelo para usos forestales del 54%, en 2002 los bosques del territorio solo llegaban al 19%; y de unos usos agrícolas y agroforestales cuyo potencial es del 21% y 20% en su orden, la cobertura agrícola en 2002 subía al 30%.

Y respecto a los bosques naturales de guadua, una especie profundamente ligada a nuestra cultura que se expresa en el bahareque, cuyo óptimo desarrollo se da entre 1000 y 1600 msnm, afortunadamente las CAR de esta ecorregión han logrado mitigar la tendencia a su pérdida mediante la implementación de la Norma Unificada para su manejo, aprovechamiento sostenible y establecimiento de rodales y la combinación de dos estrategias: el proceso de Certificación Forestal Voluntaria, cuyo objeto es la apropiación del guadua por parte del propietario para lograr la articulación de los planes de manejo y de cosecha, y la zonificación de las áreas potenciales y el inventario de áreas cubiertas con guadua.

A pesar de los esfuerzos que históricamente se han hecho desde el Estado colombiano para combatir el delito de la ilegalidad forestal y la preocupante pérdida de los bosques naturales, dos flagelos que podrían acabar con los recursos forestales del país en cien años, se requiere avanzar en el desarrollo de una cultura forestal, del suelo y del agua que abarque a todos los miembros de la cadena forestal, e incluso a los consumidores finales.

Para el efecto se requiere fortalecer los aspectos técnicos, normativos, operativos y financieros en los instrumentos y estrategias de las autoridades ambientales responsables del control y vigilancia forestal y del cuidado de los recursos naturales; y desarrollar campañas orientadas al conocimiento de la normatividad sobre legalidad forestal y a la sensibilización sobre la importancia del bosque; y segundo, desarrollar políticas públicas que enfrenten esta problemática como una estrategia de adaptación al cambio climático, con directrices que contemplen el ordenamiento de cuencas, establecimiento de corredores de conectividad biológica e implementación de modelos agroforestales y silvopastoriles, para resolver los conflictos entre uso y aptitud del suelo, lo que obligaría a replantear el modelo agroindustrial cafetero desde la perspectiva ecológica.

[Ref.: La Patria, Manizales, 2014-03-31] Imagen: Usos potenciales del suelo y Ecosistemas actuales de la Ecorregión Cafetera. Alma Mater – SIR. <http://www.bdigital.unal.edu.co/12218>

Un SOS por la *Bambusa guadua*

RESUMEN: En dos siglos la extensión de guaduales en Colombia se redujo de unos doce millones de hectáreas a sólo cincuenta mil. En la ecorregión cafetera donde el patrimonio arquitectónico se soporta en el bahareque, en lugar de llevar los cafetales hasta la quebrada, se deberían recuperar los bosques de galería sembrando guaduales para proteger los cauces.



Cuando esta “aldea encaramada” de trama urbana reticulada superaba los 10 mil habitantes y soportaba su economía en el café y en la arriería de cientos de bueyes y mulas, tras los pavorosos sismos de 1878 y 1884 que derrumban el templo principal, surge el bahareque al cambiar la tapia pisada por una “estructura temblorera” configurada por una cerca de arboloco y guadua, con paneles de esterilla cubiertos por una mezcla de estiércol de equinos y limos inorgánicos, o por láminas metálicas, arquitectura cuyo mayor exponente era la Catedral de Manizales que se incendia en 1926.

Si en algún lugar de Colombia la guadua ha sido factor fundamental del paisaje natural y del patrimonio arquitectónico nativo, es en la ecorregión cafetera donde la gran riqueza de su construcción vernácula se basa en el uso de esta bambusa, en cuyo estudio se han ocupado la Universidad Nacional de Colombia y la UTP abordando los ámbitos socio-económicos, tecnológicos y arquitectónicos de los sistemas constructivos, como la Universidad de Caldas y la CRQ en las componentes agronómicas y bióticas de la guadua.

Además de la utilidad que presta el rodal como regulador hídrico de las quebradas, en el control de la erosión del suelo y como hábitat de la biodiversidad, este “acero vegetal” liviano de rápido crecimiento, resistencia y manejabilidad, ha servido como material de construcción en formaleas, andamios o como elemento estructural en columnas y vigas, y usado para muebles, herramientas, artesanías, canales de conducción de agua, trinchos, postes, juegos e instrumentos musicales, o para materia prima del papel y leña, entre otros.

Cualquier cafetero por sus vivencias exitosas asociadas a los beneficios cotidianos de la guadua, sabe que en lugar de llevar los cafetales hasta la quebrada debería recuperar los bosques de galería sembrando guaduales para proteger los cauces. Y hoy podría hacerlo soportado en las acciones de las autoridades ambientales orientadas a incidir en un modelo agropecuario y ambiental que reconoce la importancia de la guadua como alternativa económica y cultural para el desarrollo rural, e inspiradas en una política ambiental que busca prevenir la deforestación y propiciar el uso y manejo de los rodales naturales de guadua en el marco de la adaptación al cambio climático y la problemática del agua.

Actualmente las CAR de la región cafetera, han construido y consolidado un esquema de gobernanza forestal, soportado en cuatro elementos: 1) el acompañamiento técnico brindado a los actores forestales, 2) los ajustes normativos para el acceso legal a los aprovechamientos, 3) la atención a los usuarios buscando la reducción del tiempo en los trámites, y 4) el fortalecimiento del mercado legal no sólo de la guadua sino de la madera.

Lo anterior lo consignamos en las “Lecciones aprendidas entorno a la legalidad y sostenibilidad de la guadua” (2012), publicación de la Corporación Autónoma Regional del Risaralda CARDER elaborada en el marco del proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia, donde se trata la problemática de la legalidad y de la sostenibilidad

de esta preciosa gramínea, una de las especies nativas más representativas de los bosques andinos, declarara planta emblema de Caldas según Decreto 1166 de octubre 20 de 1983.

Similarmente, la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS y la Cámara de Comercio de Manizales, en el trabajo “Microclúster de la guadua” (2003), su prólogo “El milagro de la guadua” de Mario Calderón Rivera, recuerda que esta especie que formó no solo el hábitat que creó la gesta colonizadora, sino todo un universo cultural, por la captura de CO2 podría jugar un papel de primer plano en el desarrollo del protocolo de Kioto.

Pero, así Jorge Villamíl haya visto los guaduales “danzar al agreste canto que dan las mirlas y las cigarras” y Simón Vélez con el empleo estético en sus notables creaciones arquitectónicas haya exaltado las virtudes sísmo-resistentes de la guadua, no hemos sabido valorarla: de conformidad con lo consignado en ambos documentos, en los últimos dos siglos la extensión de guaduales en el país se redujo ostensiblemente: se pasa de unos doce millones de hectáreas a sólo cincuenta mil, de las cuales cerca de 20 mil hectáreas están en la zona cafetera y 6 mil en Caldas.

[Ref. La Patria. Manizales, 2014.05.26] Imagen: Manizales años 20. Mural del Maestro Guillermo Vallejo. Ref: www.bdigital.unal.edu.co/12641/

Colombia, país de humedales amenazados

RESUMEN: Según la Convención sobre los Humedales, estudios científicos muestran que desde 1900 ha desaparecido el 64% de los humedales del planeta, por lo que urge hacer un llamado para preservar dichos ecosistemas, hoy amenazados por el cambio climático y por la acción humana. En el país según el IAVH en “Colombia anfibio, país de humedales”, contamos con 20 millones de hectáreas de marismas, charcas, lagos, ríos, llanuras de inundación y pantanos, entre otros, equivalentes a cerca del 17% de nuestra superficie continental, que conforman 31.702 humedales de los cuales el 93% requiere figuras de conservación por ser frágiles cuerpos de agua estratégicos para el desarrollo sostenible y para la biota.



Según el Instituto Alexander von Humboldt IAvH en su libro “Colombia Anfibia, país de humedales”, en 20 millones de hectáreas equivalentes a cerca del 17% de nuestra superficie continental, tenemos 31.702 humedales, de los cuales el 48% están en nuestras Orinoquia y Amazonia.

Pero estos ecosistemas dinámicos de cuyos elementos fundamentales, el agua y la biota, al estar amenazados por acciones antrópicas y por el cambio climático, han permitido declarar una alerta para protegerlos, ya que cerca del 93% requiere figuras de conservación por ser frágiles cuerpos de agua estratégicos para insectos, batracios y peces, como para aves, reptiles y mamíferos, donde se hace insostenible la creciente presión de uso sobre el patrimonio hídrico; esto como resultado de la expansión urbana, del crecimiento demográfico, de la demanda de agua, de la desecación antrópica y de la contaminación, entre otros: a modo de ejemplo, la propuesta de urbanizar las tierras de la reserva “Thomas van der Hammen”, o la agonía de manglares y la masiva mortandad de peces en la Ciénaga Grande, consecuencia de obras viales del Estado.

La Convención de Ramsar (Irán) sobre los humedales de importancia internacional, aprobó el 2 de febrero de 1971 un visionario y estratégico tratado intergubernamental que sirve de marco para la conservación y uso racional de dichos ecosistemas, logrando vincular a casi el 90% de los Estados miembros de las Naciones Unidas, entre ellos Colombia que ingresa en 1998, suscribiendo progresivamente y desde entonces seis humedales de importancia con una superficie de 708.683 hectáreas, y que son: el Sistema Delta estuario del río Magdalena, albufera con 400.000 ha, que es el complejo lagunar más grande de Colombia; el Delta del río Baudó con 8.888 ha y ubicado en el Pacífico colombiano; el Complejo de Humedales Laguna del Otún con 6.579 ha, ubicado en el PNNN; el Sistema Lacustre de Chingaza, con 4.058 ha localizadas en Cundinamarca; la Laguna de La Cocha con 39.000 ha, un santuario ubicado a 2.660 msnm en Nariño; y el Complejo de Humedales de la Estrella Fluvial Inírida con 250.159 ha, de Guainía.

Se propone el IIRBAvH consensuar un sistema con cerca de 55 clases diferentes de humedales en Colombia, cantidad que se explica por el relieve cordillerano de nuestro trópico andino con su clima bimodal, la altillanura y la selva amazónica con sus peculiares incidencias atmosféricas, y el régimen climático del Pacífico o las condiciones biogeográficas del Archipiélago, por lo que más allá de los seis emblemáticos ecosistemas húmedos denominados Sitios Ramsar, también habrá que integrar los demás humedales del país a los procesos de Ordenamiento Territorial y Planes de Manejo Ambiental, entre otros instrumentos de planificación donde se define el modelo de ocupación del suelo urbano y rural, no solo reconociéndolos como parte fundamental de los complejos ecosistemas biogeográficos y como espacios estratégicos del territorio, lo que supone emprender un inventario detallado y su caracterización, sino diseñando las acciones para su recuperación y manejo orientadas a resolver los conflictos socioambientales que los afectan y a garantizar su estabilidad ecológica, para asegurar la oferta de bienes y servicios ambientales asociados.

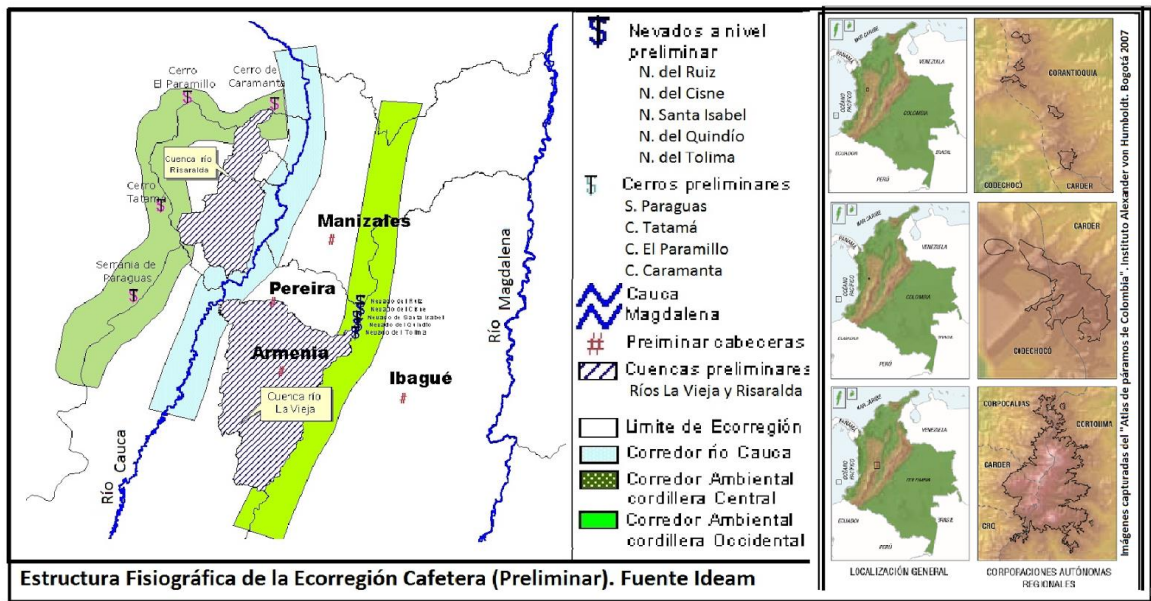
Al observar el mapa preliminar de humedales de Colombia del IIRBAvH, aunque por la escala no se visibilizan turberas y otros humedales de páramo y bosques andinos que regulan los caudales de las regiones más pobladas de Colombia y que contribuyen a las dinámicas del clima, sobresalen por su extensión varios reservorios, como marismas y manglares en la costa del Pacífico desde el sur de Tribugá hasta el río Mira, y en especial sobre el delta del Patía donde aparece Tumaco; o ciénagas y madre viejas en corrientes de meandros, como las comprendidas entre el río Meta y el piedemonte de la Cordillera Oriental; o las rondas del río Guaviare y en parte del Vichada e Inírida; además de las vaguadas del Putumayo, Caquetá y Vaupés; y el valle del Atrato aguas abajo de Vigía del Fuerte, y en parte del San Juan; o en regiones como el Magdalena Medio y Bajo y el Bajo Cauca, donde a pesar de ecocidios agroindustriales, mineros, entre otros, sobresalen, además de la Ciénaga Grande de Santa Marta, La Mojana, la Depresión Momposina y el área del Sinú-San Jorge.

[Ref.: La Patria. Manizales, 2016.08.15] Imágenes: Ciénaga Grande de Santa Marta y Poblado del litoral del delta del río Mira en: imeditores.com (Deltas y Estuarios de Colombia. Banco de Occidente); Charca de Guarinocito por Darío Correa, en: flickr.com. Ref: www.bdigital.unal.edu.co/53346/

Páramos vitales para la Ecorregión Cafetera

RESUMEN: El país tiene 36 complejos de páramo, que cubren cerca de 2'906.137 hectáreas, equivalentes al 3 por ciento de la superficie del país, que están en proceso de delimitación, dado que en virtud del fallo de la Corte Constitucional no se puede realizar ningún tipo de actividad extractiva o minera. Colombia, gracias a las tres cordilleras y a sus particularidades edáficas y de biota, no solo tiene el 50% de los páramos existentes en los Andes, sino también los más diversos de la región. En la Ecorregión Cafetera, además de los complejos de páramo del PNN de los Nevados y del sur del complejo Sonsón, aparecen los Complejos del Tatamá y parte sur del complejo del Citará donde se ubica el farallón de Caramanta.

Colombia es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, cuyos impactos socioambientales y económicos también afectarán a la Ecorregión Cafetera, no solo por la migración en altitud de las zonas de vida alterando la aptitud de los suelos y con ello la estructura de la tenencia de la tierra, sino también por cambios en el balance hídrico y régimen de precipitaciones, y en la frágil estabilidad de comunidades vegetales nativas frente a las variaciones del clima por la fragmentación de los ecosistemas, entre ellos los de montaña que están en peligro y los páramos donde por fortuna la Corte Constitucional ha blindado el subsuelo de los apetitos mineros que acechan.



Esta Ecorregión Cafetera con su verde, escarpado y deforestado paisaje tropical enclavado entre las cordilleras y profundos valles de los Andes más septentrionales de América, donde sobresalen los páramos establecidos en ambientes fluviales, glaciares y gravitacionales que se entrecruzan, ubicados tanto sobre la Cordillera Central en vecindad de las cumbres nevadas del Complejo volcánico Ruiz-Tolima y la Mesa de Herveo a más de 5.000 msnm, como en el continuo de farallones de la Cordillera Occidental ubicado al sur de los Complejos Paramillo y Frontino-Urrao, con sus notables alturas como el Cerro Caramanta del Complejo Citará y el Tatamá del Macizo Tatamá que son sus mayores alturas en jurisdicción del Eje Cafetero.

En los Andes sudamericanos, estos y otros páramos se extienden como islas, en ocasiones en medio de paisajes volcánicos, tal cual se observa desde la Depresión de Huancabamba al norte del Perú, hasta la Cordillera de Mérida en Venezuela o la Sierra Nevada de Santa Marta, pasando por las tres cordilleras de Colombia. Si el páramo es un ecosistema tropical de montaña con vegetación achaparrada tipo matorral, que se desarrolla por encima del área del bosque montano y por abajo del sistema nival, aunque también existen en Centro América, Sudamérica, Asia, Oceanía y África, en términos absolutos la mayor extensión paramuna del mundo está en Colombia, aunque solo algunos han escapado a diferentes procesos de alteración y afectación antrópica.

Así como hemos visto la migración de los cafetales conforme el clima ha venido cambiando, avanzando 170 m en altitud por cada grado centígrado de incremento en la temperatura, también en el PNNN ya se advierte el calentamiento global con la pérdida de los glaciares: si entre 1979 y 2010 la superficie de los hielos perpetuos en el Complejo Volcánico Ruiz-Tolima ha pasado de 32 o 29 a 12 o 10 kilómetros cuadrados, mucho antes, cuando se funda Manizales (1849), como consecuencia del último pico de una pequeña glaciación ocurrida entre 1550 y 1850, según Antonio Flórez (2002) e IDEAM-UNAL (1997) los hielos

del PNNN sumaban cerca de 93 kilómetros cuadrados, 10% de los cuales cubrían el Cisne y el Quindío.

El Tatamá con 4.250 msnm y su ecosistema de páramo y bosques alto-andinos muy húmedos delimitados por los 3.450 m de altitud, y el Caramanta con su cumbre a 3.900 msnm que ubicado al sur de los farallones del Citará igualmente comprende el páramo, no solo marcan el paisaje del norte de Caldas y de Manizales por el poniente, sino que también nutren el drenaje de los ríos San Juan, Atrato, Risaralda y Cauca de esta ecorregión, al albergar varias cuencas de las dos vertientes de la Cordillera Occidental, tanto por el norte de la ecorregión con los ríos Arquía, San Juan Antioqueño, como al sur con los ríos San Rafael, Tatamá, Negro y Mapa.

Pero además de ser el de Tatamá un Parque Natural Nacional por fortuna cuasi-inaccesible y casi virgen y desconocido, y el de Caramanta una zona de interés declarada Reserva Forestal Protectora Regional en Antioquia para proteger sus páramos con su particular biota y fauna biodiversa, e importantes especies endémicas, también ambos escenarios al lado del PNNN como singulares medios de regulación hidrológica, suministro de oxígeno y captura de carbono atmosférico, además de ser espacios vitales para varias comunidades vecinas, de territorios colectivos afrodescendientes, resguardos indígenas Embera y poblados de mestizos, son medios estratégicos y fundamentales para la sustentabilidad urbana y rural de la Ecorregión Cafetera, donde vivimos cerca de 2,7 millones de habitantes que ignoramos estas y otras complejas relaciones y dinámicas culturales y ecosistémicas.

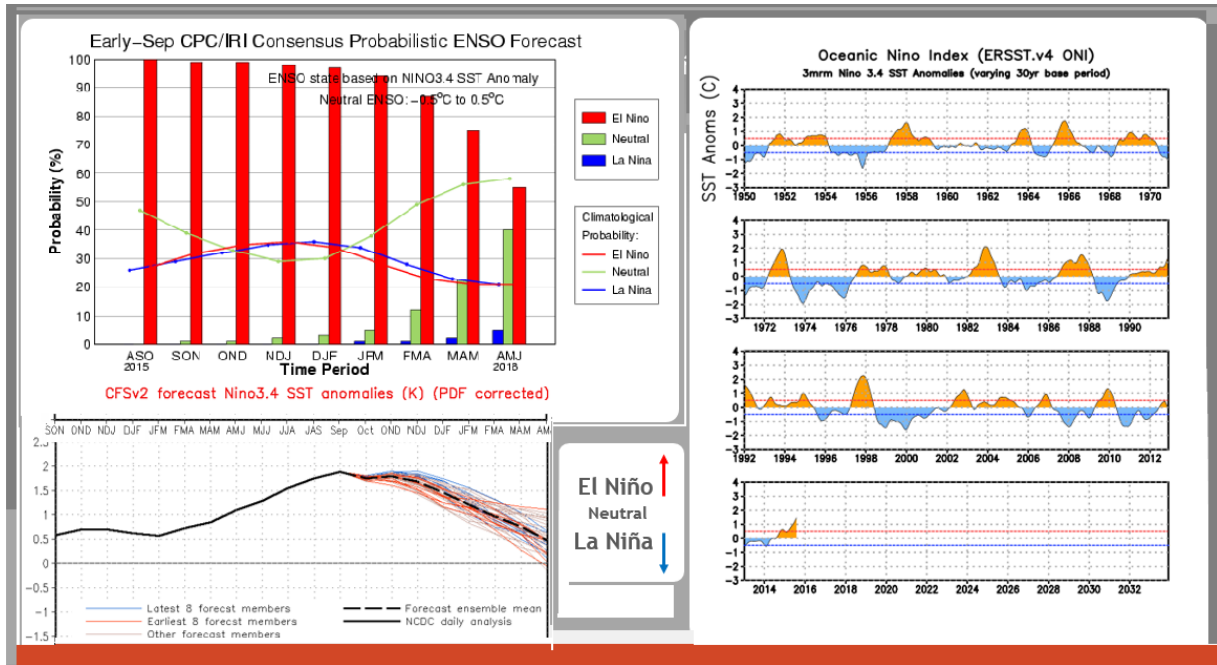
[Ref.: La Patria. Manizales, 2016/03/28.] Imágenes de los Páramos en la Ecorregión Cafetera: IDEAM, SIR Alma Mater, e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Ref: <http://www.bdigital.unal.edu.co/51490/>

Nuestro frágil patrimonio hídrico

RESUMEN: Ahora que afrontamos los graves retos en relación con un calentamiento global que compromete el patrimonio hídrico, habrá que hacer ajustes y trazar nuevos enfoques en las políticas públicas, en el ordenamiento territorial y en materia de adaptación al cambio climático, dotando dichos instrumentos de una orientación socio-ambiental, y redefiniendo el verdadero carácter del agua, el suelo y la biodiversidad erróneamente considerados un recurso y como tal un objeto de mercado, y no un patrimonio inalienable.

Si entre los objetivos del milenio, aparecen la lucha contra la pobreza, el hambre, las enfermedades y la degradación del medio ambiente, cabría subrayar la meta establecida para el 2015, de reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso al agua potable y a servicios básicos de saneamiento, ahora que afrontamos los graves retos en relación con un calentamiento global que compromete el patrimonio hídrico en Colombia, un país en el que el 50% del agua es de mala calidad y donde aparecen regiones con acceso limitado al

vital líquido, a pesar de una enorme oferta hídrica que en 1990 por volumen de agua y por unidad de superficie, llegó a ocupar el cuarto puesto a nivel mundial.



Si la pluviosidad media anual por regiones en Colombia al pasar de 10 mil mm a 800 mm, varía hasta 8 veces entre el alto San Juan del Chocó y la Península de la Guajira, también existe asimetría de oferta hídrica entre la gran cuenca del Cauca-Magdalena, que cubre el 23,6% del suelo continental de la patria y que al drenar 8 mil metros cúbicos por segundo participa con el 12% del agua del país, y el resto del territorio donde habita el 32% de la población colombiana que dispone del 89% del patrimonio hídrico restante.

Con el calentamiento global, incrementando la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos, habrá que tomar medidas en materia de gestión de riesgos, tal cual lo advertimos con La Niña 2010/11 al ver sus inundaciones afectando dos millones de colombianos, con eventos que quedaron plasmados en la trágica destrucción de Gramalote, y ahora con las sequías asociadas al Fenómeno de El Niño por el drama de los incendios forestales que han arrasado 93 mil hectáreas, evento que antes de pasar del nivel moderado al fuerte, ha afectado severamente la producción agrícola del país secando las pasturas y causando la muerte a unas 32 mil reses, quedando por delante un horizonte temporal en el que las lluvias de los meses siguientes podrían reducirse entre el 40 y 70%.

Y ante ese panorama, ¿cómo estamos? Creo que a pesar de los grandes esfuerzos institucionales, al examinar los indicadores fundamentales, no muy bien: en los años precedentes la deforestación venía cobrado más de 200 mil hectáreas, en parte para la expansión de cultivos de palma de aceite en Caquetá, acción depredadora que equivale a destruir un río de la patria cada año; también, porque en la Guajira donde las sequías siempre acechan, las lluvias no llegaron en los últimos tres años, o porque en 80 municipios de 17 departamentos las aguas han estado contaminadas con mercurio, producto de la extracción ilegal de oro; a todo esto se suma la preocupante presión sobre un ecosistema estratégico: nuestros páramos.

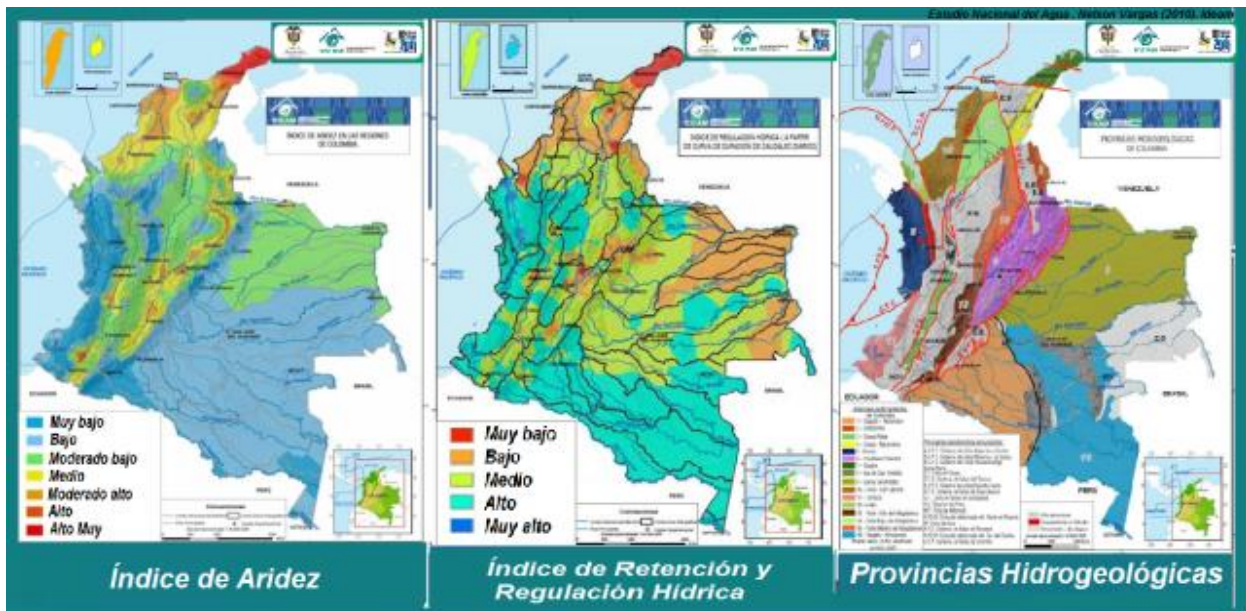
En Caldas, la situación igualmente apremia: ya por la contaminación con cianuro y mercurio proveniente de la minería en Villamaría, Marmato y Supía, por la amenaza indebida de origen antrópico sobre los corredores cordilleranos de flora y fauna, por la eutrofización de acuíferos y los conflictos entre aptitud y uso del suelo en áreas de vocación agropecuaria; o ya por el modelo de ocupación expansionista del territorio en los medios periurbanos, caso Manizales donde el proyecto urbanístico de La Aurora presiona la reserva de Río Blanco, o por el prospecto minero en la vereda Gallinazo que pone en riesgo ambiental además de la reserva de la Chec ubicada sobre su frontera, la calidad del acuífero que soporta las aguas de las fuentes asociadas a la planta de tratamiento de la ciudad.

Habrá que hacer ajustes y trazar nuevos enfoques en las políticas públicas del país y en el ordenamiento territorial en materia de adaptación al cambio climático, dotándolas de una orientación socio-ambiental, y redefiniendo el verdadero carácter del agua, el suelo y la biodiversidad, erróneamente considerados un recurso y como tal un objeto de mercado, y no un patrimonio inalienable, puesto que de lo contrario además de hacer inviable el territorio, en uno o dos siglos como máximo, en nombre de un modelo de desarrollo deshumanizado y centrado en el crecimiento económico, por las falencias de un Estado débil y una sociedad indolente y no previsiva, habremos agotado la biodiversidad del país.

[Ref.: La Patria. Manizales, 215.10.12] Imagen. Pronósticos del ENSO a 5-10-2015. Composición www.cpc.ncep.noaa.gov. Ref: www.bdigital.unal.edu.co/51244/

Nuestras aguas subterráneas

RESUMEN: Mientras en grandes regiones del planeta el agua utilizada proviene del subsuelo, en Colombia, donde el 31% del agua dulce está contenida en acuíferos y la Ley ha tenido que legislar para proteger los páramos, hace falta garantizar el carácter patrimonial y de bien público del agua subterránea. Veamos el desafío en esta materia para la Región Andina, y para el Eje cafetero y Caldas, donde el deficitario territorio del Cañón del Cauca entre Irra y La Pintada, con sus impermeables rocas, alta deforestación y vertimientos de mercurio, es la zona más problemática.



Mientras en grandes regiones como Australia y EE.UU. el 60% del agua utilizada proviene del subsuelo, en Colombia, donde el 31% del agua dulce está contenida en acuíferos y la Ley ha tenido que legislar para proteger los páramos, hace falta garantizar el carácter patrimonial y de bien público del agua subterránea. Si en el país lo técnico-administrativo está al día, falta para su gestión la dimensión socioambiental, lo que incluye problemáticas como la severa deforestación, la contaminación por efluentes mineros y lixiviados, el uso sin restricciones y la falta de incentivos para su preservación.

Aunque en el país las cuencas hidrogeológicas con posibilidades de aprovechamiento abarcan el 74% del territorio, según el estudio "Zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia" del IDEAM (2005), mientras el 56% de dicha área corresponde a la Orinoquía, Amazonía y Costa Pacífica, y el 31,5% a la región Caribe e Insular, sólo el 12,5% está en la Región Andina, que es la más densamente poblada: al respecto, el citado documento advierte cómo por la Depresión Momposina pasa el agua de este 23% del territorio nacional, contaminada con efluentes de 30 millones de colombianos y 80 toneladas anuales de mercurio provenientes de 1200 minas de oro de aluvión.

Las cuencas hidrogeológicas más utilizadas, según el IDEAM, son las de los valles del Cauca, Magdalena Medio y Superior y la Cordillera Oriental; siguen en importancia, las de los golfos de Urabá y de Morrosquillo y de los departamentos de Bolívar, Magdalena, Cesar y La Guajira. No obstante, habrá que trazar estrategias a largo plazo, para prevenir desórdenes ambientales mayores que los del agua superficial, e incluso daños irreversibles en las aguas subterráneas. Posiblemente en la Sabana, tras el advenimiento de la floricultura, se están explotando los acuíferos, a tasas superiores a su reposición, situación que se agrava por: la eutrofización de sus lagunas, precaria precipitación del altiplano,

vulnerabilidad a la erosión severa de sus suelos y bajos rendimientos medios de agua en sus cuencas altas.

En Caldas, sabemos que en el cañón del Cauca donde se sufre el impacto por escasez de agua, Corpocaldas traza estrategias con participación de actores sociales para mitigar el riesgo severo de sequías por baja precipitación, avanza en acuerdos con las CAR de los departamentos vecinos que comparten nuestras cuencas para lograr su necesario ordenamiento, y pretende en el oriente caldense donde el patrimonio hídrico es abundante, velar por el manejo sostenible de los proyectos hidroenergéticos para que operen con responsabilidad social y ambiental, no como enclaves económicos.

En el Eje Cafetero, para trazar las políticas públicas relativas a la conservación, uso y manejo del patrimonio hídrico subterráneo, y para enfrentar la amenaza del cambio climático y la vulnerabilidad sísmica e hidrogeológica, deberá implementarse un programa de investigación y desarrollo integral y a nivel de detalle en el tema del agua, de carácter interinstitucional e interdepartamental con la concurrencia de las Gobernaciones, las CAR, la academia, Ingeominas y el MAVDT; las fortalezas institucionales, planes de ordenamiento y manejo ambiental de cuencas, niveles de información de base existente, entre otros elementos, facilitarían el programa.

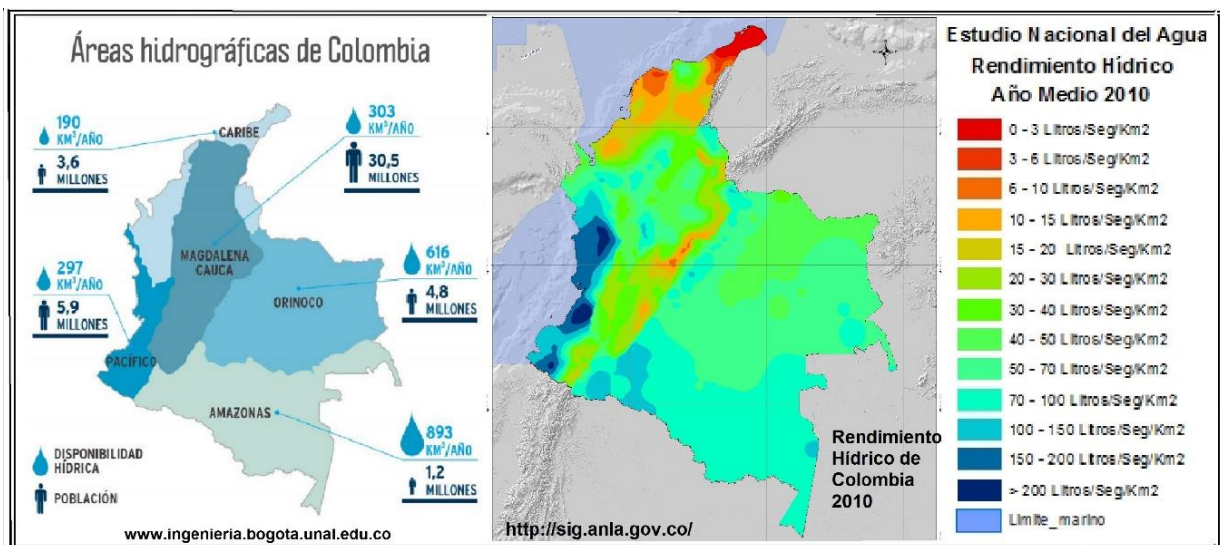
Habrán que reconocer y caracterizar las unidades hidrogeológicas, mediante geología directa de campo, prospección geofísica y perforaciones exploratorias; hacer una evaluación hidrodinámica de los acuíferos y flujos de aguas subterráneas, desde las zonas de recarga hasta los reservorios y de allí a los manantiales, además de conocer las condiciones hidrológicas del territorio, lo que significa dimensionar el ciclo hidrológico y entrar a corregir los conflictos severos entre uso y aptitud del suelo, relacionados con el estado de nuestras cuencas abatidas por el descontrol hídrico y pluviométrico, consecuencia de la deforestación y potrerización del territorio.

Según CORPOCALDAS, de una extensión de 744 mil Ha, en 2010, las coberturas verdes del departamento eran: 300 mil Ha en pastos y rastrojos (40%), 265 mil Ha en cultivos (36%) y 163 mil Ha en bosques (22%), tres cuantías que cubren el 98% de nuestro escarpado y deforestado territorio. Igualmente, según estudios emprendidos por nuestra CAR, en cuanto al sistema subterráneo sobresalen las zonas de recarga de páramo y bosques de la alta cordillera, el extenso valle magdalenense, además del oriente caldense donde la copiosa precipitación explica un patrimonio hídrico excedentario que debería llevar bienestar a estos pobladores y comunidades de pescadores.

[Ref.: La Patria. Manizales, 2016.02.15] Imágenes, en: Estudio Nacional del Agua. Nelson Vargas. IDEAM 2010. Ref: <http://www.bdigital.unal.edu.co/51485/>

Las cuentas del agua

RESUMEN: Con precipitaciones anuales promedio de 1.800 mm y unas 720 mil cuencas hidrográficas, Colombia alcanza una oferta de 7.859 kilómetros cúbicos de agua superficial y subterránea, de los cuales el 25% son las aguas de las escorrentías anuales; pero el país tiene severos problemas de calidad en la mitad de dicho patrimonio, dado el vertimiento de 9 mil toneladas de materia orgánica contaminante por año que llegan a los acuíferos y cuerpos de agua, proveniente del sector agropecuario y residencial, a las que se suman otras sustancias como las 200 toneladas anuales de mercurio proveniente de la actividad minera.



Colombia, con 2.011 kilómetros cúbicos de aguas de escorrentía y 5.848 kilómetros cúbicos de aguas subterráneas, es reconocida por su potencial hidrológico: según el Estudio Nacional del Agua, ENA, nuestro rendimiento hídrico estimado en 56 l/s/km², es 5,2 veces superior a la media mundial y 2,7 veces a la de América Latina; de ahí la necesidad de fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas que alberga el 62% de los nacimientos de agua, ya que abastecen al 50% de la población y al 20% del sistema de generación hidroenergética. Mientras que por superficie, la cobertura de bosques del país llega al 53,5% y la de humedales al 2,7%, cada año deforestamos cerca de 300 mil ha, 100 mil de ellas en la región Andina, que con el 24% de la superficie continental y el 75% de la población, solamente posee el 13% de la oferta de agua superficial y subterránea.

Es que la escasez del agua agravada por procesos de urbanización, cambios en el uso de la tierra y degradación ambiental, por una gobernabilidad débil, y por el costo económico de los frecuentes desastres naturales de origen climático, es un asunto político y social de gran importancia que igualmente nos afecta: en Colombia, con 24 grandes ciudades de las cuales Bogotá representa el 16 % de su población y con Cundinamarca el 26 % del PIB, en

2008 la participación del agua en el PIB nacional fue del 10% (incluido un 2% por la hidroelectricidad), además los costos económicos de la contaminación hídrica ascendieron al 3,5% del PIB, y según el Banco Mundial el costo oculto de la mala calidad del agua y de los servicios de saneamiento, podría ascender al 1% del PIB.

Dada la problemática acentuada por el cambio climático, en el siglo XXI muchas sociedades deberán enfrentarse a la crisis ambiental del agua, y Colombia no será la excepción: en los años secos nuestra oferta hídrica ya se ha reducido el 38%, incidiendo con mayor intensidad en áreas hidrográficas de baja eficiencia hídrica como La Guajira y sectores con el mayor factor de aridez en el Caribe y la región Andina. Además, en Colombia, donde la cobertura de agua potable alcanza 96% de las ciudades y 56% de las áreas rurales, de 1122 municipios de la geografía nacional, según la Defensoría del Pueblo 521 consumen agua sin tratamiento alguno, el 70% de ellos con riesgo para la salud y en el 21% sanitariamente inviable; y de 318 cabeceras municipales con amenaza de desabastecimiento, 265 se alimentan de corrientes de agua superficiales, 24 obtenida de pozos profundos y 25 de reservorios o soluciones mixtas.

De ahí la importancia de la institucionalidad, para elevar la productividad del agua sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas, máxime si se tiene en cuenta la deficiente capacidad de municipios y algunas CARS para enfrentar un sensible asunto que pasa por el cuidado de los páramos y humedales amenazados por la minería, por el vertimiento de mercurio contaminando aguas que alimentan poblados enteros, y por la pérdida de resiliencia del Magdalena agobiado por 135 millones de toneladas anuales de sedimentos en suspensión.

Creado el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en reemplazo del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT, aparece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM que desde su inicio, en 1995, se trazó como objetivos principales la necesidad urgente de conocer y estudiar la riqueza en agua del país, y el uso y las medidas de protección de nuestro patrimonio hídrico.

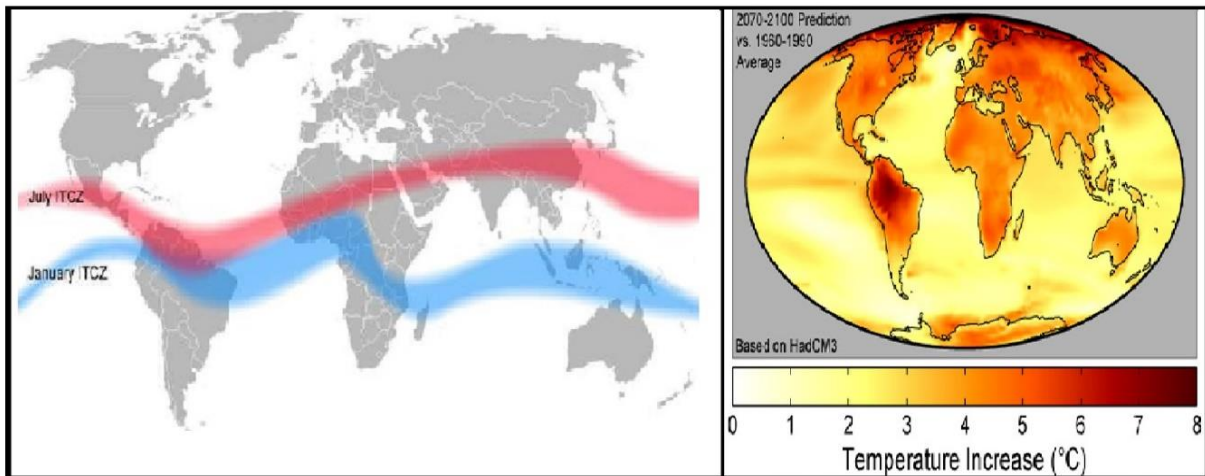
Por fortuna ha logrado el IDEAM ir más allá de los intereses sectoriales, al poder alertar sobre el potencial desabastecimiento para algunos centros urbanos del país y entregar avances en cada versión del ENA sobre la interdependencia del patrimonio hídrico con la biodiversidad, el suelo, el subsuelo y la atmósfera, incluyendo enfoques fundamentales como el concepto de la huella hídrica, y abordando el análisis del comportamiento del ciclo hidrológico en el territorio nacional, contemplando cuencas hidrográficas, cuerpos de agua y aguas subterráneas. No obstante, el país está urgido de acciones y soluciones para enfrentar dicha problemática socio ambiental, en el marco de la adaptación al cambio climático.

[Ref.: La Patria. Manizales 2016.08.29] Imágenes: Temática del agua (ENA Colombia), en: www.ingenieria.bogota.unal.edu.co y <http://sig.anla.gov.co>

Ref: <http://www.bdigital.unal.edu.co/53509/>

Las dinámicas del clima andino

RESUMEN: En la zona tropical ubicada entre las latitudes 30°N y 30°S, las corrientes de vientos alisos que, sometidos a la fuerza de Coriolis se van calentando e incorporando humedad mientras transitan por la superficie, al ir desde la alta subtropical hacia la baja ecuatorial. Al converger cerca del Ecuador, el aire cálido asciende y se enfría por expansión, dándose el desarrollo de nubes de gran desarrollo vertical al favorecerse la condensación. Esta zona nubosa de inestabilidad atmosférica que deriva a lo largo del año, que se altera con la Oscilación Sur de las temperaturas del Pacífico como factor del Niño y La Niña, en la que se presentan frecuentes e intensas lluvias y en la que convergen los vientos alisios del noreste y del sureste, es la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT).



Con el solsticio de verano ha concluido el primer período de lluvias del año. Nuestro clima bimodal de la zona andina colombiana está regido por las posiciones relativas de la Zona de Confluencia Intertropical ZCIT, ese ecuador meteorológico que en cada solsticio pasa a ubicarse al sur de nuestro Ecuador, para regresar de nuevo durante los equinoccios al costado norte para traernos las lluvias.

Pero las anomalías de temperatura del Océano Pacífico, que se constituyen en freno para el desplazamiento natural y regular de la ZCIT, generan desórdenes en el clima: el Niño y la Niña, un fenómeno del Pacífico Sur, reto para la ciencia y la historia. Sus causas reales van más allá de los factores naturales asociados a sus ciclos de 2 y de 7 años, y a su duración media del orden de los 12 a 18 meses, porque también la mano del hombre ha

podido penetrar exacerbando el desorden que muestra el funcionamiento de la máquina atmosférica del planeta.

Las consecuencias de esta oscilación del sur, que se inicia en Australia e Indonesia y se extiende hasta América del Sur, según observaciones hechas desde 1525 entre las que sobresalen los efectos de las temporadas 1940/41, 1972/73, 1882/83, 1986/87, 1990/94, son de enorme importancia para la actividad humana: sequías e inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo, epidemias e incendios forestales, trastornos en la agricultura, en la pesca, en el transporte, en la salud, etc.

En los períodos de El Niño, las temporadas de invierno y verano del año son más secas para la zona andina colombiana, y más frecuentes e intensos los huracanes del Caribe. Durante La Niña, ocurre lo contrario: temporadas más húmedas a lo largo del año, con menos tormentas tropicales.

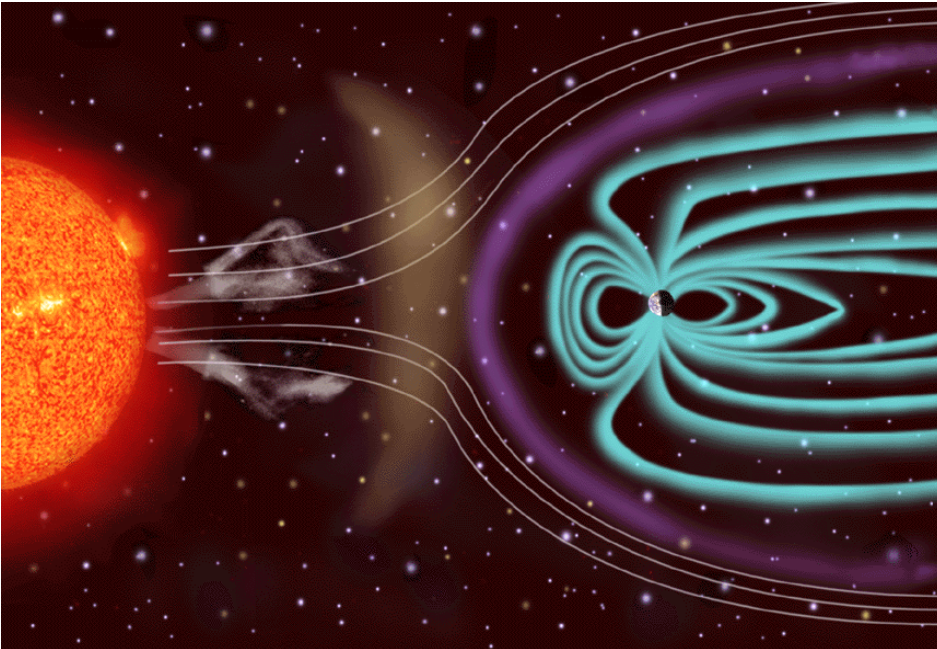
Aún están en nuestra memoria las 30 mil víctimas del desastre de diciembre de 1999 en el Estado de Vargas, Venezuela, fenómeno que pudo tener correlación con el Niño y la Niña, aunque la intensidad del evento océano-atmosférico no haya sido una de las más destacadas.

Desde el OAM, Ed. Circular RAC 237 de junio de 2003. <http://oam.manizales.unal.edu.co> RAC <http://www.rac.net.co/> Imagen: Dinámica anual de la ZCIT, en www.fondear.org. Ref: www.bdigital.unal.edu.co/1589/

Sol, clima y calentamiento global

RESUMEN: Varios estudios muestran que si bien la actividad Solar contribuyó al calentamiento global de principios del siglo XX, desde 1970 su aporte más probable parece ser negativo, y por lo tanto, al resultar improbable que las relaciones Sol-clima, puedan dar cuenta de dicho fenómeno, las causas del cambio climático deben tener un origen fundamentalmente antrópico.

Para las ciencias de la Tierra, uno de los dilemas por resolver, es: hasta qué punto influye la actividad solar en el clima terrestre. De conformidad con los modelos heliofísicos, es el magnetismo de la atmósfera solar quien influye en la luminosidad del Sol, y por lo tanto en los cambios en radiación solar, fenómeno cuya evolución inferida a partir de mediciones y aplicación de modelos, permite elaborar pronósticos sobre el complejo comportamiento del Sol, necesarios para estimar las tendencias del clima terrestre. Aunque astrónomos y geofísicos soportados en correlaciones, pueden afirmar que cuando el Sol está tranquilo la Tierra permanece fría, aún no sabemos el por qué de los cambios de la actividad del Sol, así en 2002 se haya logrado desentrañar el misterio de los neutrinos solares.



Cuando hablamos del clima, nos referimos a las condiciones de la atmósfera en una región, durante un periodo de largo plazo; no obstante a nivel global, el Sol puede influir en el clima de diversas maneras, incidiendo sobre la temperatura, la humedad, la precipitación, la presión y los vientos de un determinado territorio, así estos elementos estén determinados por factores como la latitud, la altitud, el relieve y la distancia al mar. A modo de ejemplo, el agujero en la capa de ozono descubierto sobre la Antártida en 1985, no sólo parece ser provocado por la actividad humana, sino también por los rayos ultravioletas provenientes del Sol: al debilitarse el efecto fotoquímico con la destrucción de esta capa que filtra la radiación solar, la alta energía incidente que llega a la Tierra modifica nuestro clima, de la misma forma en que lo venimos haciendo con la actividad antrópica durante el último siglo.

Con sus dinámicas estelares, tales como el ciclo de 11 años de las manchas solares, el Sol modifica la estructura del campo magnético de nuestro planeta, presentándose la expansión y contracción de la atmósfera terrestre, con las variaciones en las temperaturas y densidades de la magnetosfera. Evidentemente, la imposibilidad de una predicción a largo plazo del comportamiento solar, así sea teórica, es que al ser la actividad solar un fenómeno caótico, en lugar de predicciones lo que procede es la elaboración de pronósticos. Este tipo de estimaciones, propio para cualquier fenómeno caracterizado por las incertidumbres, se dificulta en el caso del Sol, por el desconocimiento exacto del campo magnético solar y por la falta de registros históricos sobre radiación solar y rayos cósmicos, así la relación entre cambios de luminosidad solar y energía recibida en la Tierra, sea prácticamente lineal.

Para ilustrar los cambios del clima que se han dado en todas las escalas de tiempo, a lo largo de la historia de la Tierra, tenemos además de las cinco grandes glaciaciones, cuyo último evento ocurrió en el Cuaternario, dos situaciones antagónicas y recientes: una, la “pequeña glaciación” asociada a un periodo frío ocurrido entre 1550 y 1850, en el que se presentaron tres picos fríos (1650, 1770 y 1850), pequeña edad del hielo acompañada de lluvias que coincidió con un período de baja actividad en las manchas solares. Y dos, el actual “calentamiento global” un efecto invernadero de celeridad excepcional ocurrido en los últimos 50 años, en el que la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha alcanzado un nivel sin precedentes en los últimos de 500 mil años, fenómeno cuya característica fundamental es la ocurrencia de eventos climáticos extremos.

Para mostrar el alcance de la actual problemática, dos escenarios. El Ártico, está en peligro por el calentamiento global: el fenómeno facilita actividades depredadoras que amenazan esta “última frontera”, tales como prospecciones petroleras, pesca industrial y tráfico interoceánico. Degradar dicho ecosistema, traerá consecuencias insospechadas como elevación del nivel del mar, erosión costera y temporales. Y la Amazonía, donde el cambio climático y la deforestación comprometen este ecosistema que alberga el 30% de la biodiversidad de la Tierra; allí donde la selva se transforma en sabana, los apetitos del mercado presionan por los recursos del tercer reservorio de materias primas estratégicas del planeta, después del Oriente Medio y la Antártida. La degradación de la Amazonía traerá consecuencias trágicas para los pueblos indígenas que la habitan y para la biodiversidad, además de severas afectaciones climáticas globales.

[Ref. La Patria. Manizales, 20014.08.4] Imagen <http://sohowww.nascom.nasa.gov> Ref: www.bdigital.unal.edu.co/39782/

Acciones frente al clima y el “desarrollo”

RESUMEN: El planeta está en peligro por el cambio climático y la explotación insostenible de recursos. En Colombia, donde la Ley ambiental y las políticas ambientales se han acoplado más a los desafíos del mercado que a los retos del desarrollo sostenible: agua, suelo y biota; y ciertas áreas sensibles ecológica y culturalmente vitales para algunas comunidades; se ven amenazadas por proyectos mineros, macroproyectos y conflictos entre uso y aptitud del suelo.

Señala Ban Kin-moon, que el planeta está en peligro por el cambio climático y la explotación insostenible de recursos. En el fondo, sabemos que las fuerzas del mercado privilegian el crecimiento económico sobre los temas ambientales y sociales, lo que se revierte en efecto negativo para la ecología del planeta a través del cambio gradual del clima, y también sobre sociedades vulnerables a eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones consecuencia del calentamiento global, quienes deben soportar los crecientes costos ambientales en que se soporta el modelo de desarrollo y el confort de élites consumistas y

rentas de países desarrollados. En dicho escenario la creciente urbanización con el transporte motorizado soportado en automóviles y las plantas termo-eléctricas e industrias basadas en el uso desmedido de combustibles fósiles, contribuyen al calentamiento global, y con él a la problemática de economías rurales del planeta.



En el caso de Colombia, donde agua, suelo y biota no son patrimonios, sino recursos, ciertas áreas sensibles ecológica y culturalmente vitales para algunas comunidades, legalmente terminan cediendo paso por la riqueza del subsuelo en beneficio de una empresa minera foránea o ilegal. Nuestra economía ayer soportada en el cultivo del café, ahora se fundamenta en minería extractiva y petróleo crudo, uno y otro: productos primarios de origen natural, escaso grado de transformación y sin valor agregado. Para el efecto, la Ley ambiental y las políticas ambientales se han acoplado más a los desafíos del mercado, que a los retos del desarrollo sostenible: en las áreas de alto valor por su biodiversidad, aunque ya se ha avanzado en la protección enfocada al tipo de compensación a que se obliga una industria extractiva, la actividad continúa gozando de reducidos gravámenes en Colombia.

Visto el cambio climático como un fenómeno gradual, a través de una investigación de la Academia de Ciencias de California, el Instituto Carnegie de Ciencias, la Institución Central Clima y la Universidad de California en Berkeley, se conoce la velocidad a la cual los ecosistemas tendrán que adaptarse durante los próximos 100 años. El estudio advierte sobre la amenaza para algunas especies animales y vegetales individuales, con baja tolerancia a las variaciones del clima, dado que los hábitats naturales se han fragmentado como consecuencia de la acción antrópica. Dicha investigación que se publica en Nature, estima las velocidades en metros por año del cambio climático durante el siglo para

diferentes ecosistemas, así: en bosques de coníferas tropicales y subtropicales, 80 metros; en bosques templados de coníferas, pastizales y matorrales de montaña, 110 metros; en zonas más llanas, incluidos desiertos y matorrales áridos, 710 metros; en manglares, 950 metros; y en pastizales inundados y sabanas, 1.260 metros.

Y respecto a los eventos catastróficos asociados al cambio climático, el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague, informa que las tormentas extremas son muy sensibles a los cambios de temperatura; y advierte que el número de huracanes como el Katrina, el más destructivo del 2005, podría no sólo duplicarse sino incrementarse gracias al calentamiento de los océanos. Los desajustes de la máquina atmosférica trasladando los costos ambientales del modelo económico a escenarios rurales, como el Cuerno de África con la muerte de seres humanos por hambre y falta de agua potable en 2011, los hemos advertido en Colombia con la tragedia de decenas de poblados rivereños y de la sabana, anegados por los eventos climáticos extremos durante las Niñas 2007/8 y 2010/11.

Todo esto invita a revisar políticas y estrategias, acometiendo acciones de largo plazo acordes a las limitaciones de nuestro desarrollo, para avanzar en la adaptación al cambio climático y viabilizar el aprovechamiento de nuestros recursos estratégicos, implementando procesos ambientales y sociales responsables de cara al desarrollo sostenible de nuestros territorios. Esto, buscando entre otros objetivos: convertir las rentas de los recursos primarios en capacidades humanas, fortalecer el quehacer de las instituciones ambientales y la sociedad civil, ordenar las cuencas y blindar el patrimonio hídrico y la biodiversidad en áreas estratégicas, implementar la construcción de paisajes resilientes en los ecosistemas, proteger las comunidades rurales y artesanales de agresiones industriales, enclaves mineros y actividades extractivas ilegales, y fortalecer los procesos culturales endógenos.

[Ref. La Patria, Manizales, 2013-04-29] Imagen del 2010, en: www.tusemanario.com. Ref: www.bdigital.unal.edu.co/9385/

Clima extremo, desastres y refugiados

RESUMEN: Mientras a nivel global en los últimos 20 años, los desplazamientos por epidemias, adversidades tecnológicas y conflictos armados sumaron en promedio 65 millones de víctimas por año, los damnificados por desastres naturales alcanzaron promedios anuales de 200 millones de personas afectadas, de los cuales la mayor proporción se explica tanto por sismos como por eventos climáticos extremos. Según el Departamento Nacional de Planeación DNP, entre 2006 y 2014 uno de cada cuatro colombianos resultó afectado por desastres climáticos con detonantes naturales.



Con la incidencia de los fenómenos climáticos extremos ahora exacerbados por el calentamiento global, la posibilidad de tener desplazados es un 60% mayor que hace cuarenta años; según el Consejo Noruego para los Refugiados, a causa de los desastres naturales cada segundo una persona está siendo desplazada; en 2014 los desplazados internos del mundo sumaron 19,3 millones, de los cuales 17,5 lo fueron a causa de siniestros relacionados con el clima. Con 23.000 víctimas, las catástrofes naturales de 2015 costaron más vidas que en 2014; contrariamente, dichos siniestros en 2015 generaron pérdidas económicas por U\$90 mil millones, cuantía no sólo inferior a las pérdidas por U\$110 mil millones alcanzadas en 2014, sino también a la media anual de U\$130 mil millones para los últimos 30 años.

El informe 'Estado de la población mundial 2015, un refugio en la tormenta', además de advertir que "Vivimos en un mundo en el que las crisis humanitarias arrebatan una cantidad cada vez mayor de recursos a las economías, las comunidades y los individuos", señala cómo en los últimos 20 años los damnificados por desastres naturales sumaron en promedio cerca de 200 millones por año. A esta cifra habrá que sumar 65 millones de víctimas por epidemias, adversidades tecnológicas y conflictos armados, como el caso de Siria donde 7 millones de desplazados internos y 4 millones de refugiados, expresan la peor crisis humanitaria de la época.

En lo corrido del siglo, 8 eventos climáticos y 8 telúricos comparten el ranking de los desastres naturales memorables: el Sismo de Nepal en 2014, el Tifón Haiyan de Filipinas en 2013, el paso del Huracán Sandy por el Caribe y Norte América en 2012, el Terremoto y Tsunami de Japón en 2011, la Sequía y hambruna del Cuerno de África en 2011, el Sismo de Haití en 2010, la Ola de calor en Rusia durante el 2010, el Terremoto y tsunami de Chile en 2010, los Huracanes Ike y Gustav por el Caribe y EE.UU. en 2008, el Huracán Nargis de Birmania en 2008, el Terremoto de Sichuan (China) en 2008, el Terremoto de Ika en 2007, el Huracán Katrina por centro América y el Caribe en 2005, el Terremoto de Cachemira en 2005, el Tsunami de Indonesia en 2004, el Terremoto de Bam (Irán) en 2003, y la Ola de calor en Europa el 2003.

Al examinar estas catástrofes con sus causas y consecuencias, pareciera que la problemática radicaría, más que en las amenazas que no siempre pueden ser f intervenidas, en la vulnerabilidad de las comunidades expuestas, porque no están siendo preparadas ni mitigada la susceptibilidad del hábitat a los desastres con medidas integrales previas suficientes para reducir el riesgo. Si décadas atrás, dado el hacinamiento en las grandes urbes del tercer mundo ubicadas sobre áreas geológicamente activas, los esfuerzos en la mitigación del riesgo sísmico fueron precarios, ahora con el cambio climático también habrá que gestionar el riesgo hidrogeológico, corrigiendo el uso conflictivo del suelo para prevenir los crecientes desastres ambientales originados por la ocurrencia cada vez más frecuente de eventos climáticos extremos, causantes de incendios forestales y hambrunas en tiempos de sequía, e inundaciones y deslizamientos en períodos invernales.

Para el caso colombiano, según el Departamento Nacional de Planeación DNP, entre 2006 y 2014 uno de cada cuatro colombianos resultó afectado por desastres climáticos con detonantes naturales, como fenómenos hidrogeológicos asociados a pasivos ambientales, conexos a factores antrópicos como la deforestación y el calentamiento global. Esto significa un total de 12.3 millones de damnificados en dicho período, de los cuales 9.4 se vieron afectados por deslizamientos e inundaciones. Ahora, en el marco territorial, dada la alta exposición de las zonas pobladas a las amenazas y deterioro ambiental causado por actividades conflictivas, según el DNP, la más afectada en esos catorce años fue la Región Andina, seguida de otros departamentos, así: por departamentos y por vidas perdidas, lo fueron Antioquia, Cundinamarca, Caldas, Tolima, Cauca y Santander con el 52% de las 3181 vidas perdidas; en cuanto a viviendas destruidas, el mayor nivel con un 47% de las pérdidas, se dio en Nariño, Chocó, Bolívar, Boyacá, Cundinamarca y Santander; y por infraestructura vial afectada, puntuaron Huila, Nariño, Cundinamarca, Santander y Cauca, con el 66 % del total.

[Ref.: La Patria. Manizales, 2015.01.18] Imagen: Tsunami de Japón y Sequía en el Cuerno de África, año 2011. Ref: www.bdigital.unal.edu.co/51555/

Bioturismo y adaptación ambiental para la ecorregión cafetera

RESUMEN: El bioturismo: un servicio que se soporta en lo autóctono y en la biodiversidad, y en "vías lentas con poblados lentos" para la oferta de bienes culturales y servicios ambientales, permite hacer viable el proyecto del Paisaje Cultural Cafetero y enfrentar el calentamiento global, los dos mayores desafíos del sector para las siguientes décadas.



Cuando llega la declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero como Patrimonio de la Humanidad otorgada por la Unesco, surge una opción para la ruralidad del centro occidente colombiano donde se demanda el concurso de las instituciones, empresas, gestores culturales y académicos de la ciencia y la tecnología, para un asunto vital que debe empezar por reconocer que lo industrial y lo artesanal, no son lo mismo: en lo artesanal y en la producción rural, los productos deben ser bienes culturales y servicios ambientales imbricados con los íconos de la identidad cultural. Contrariamente, lo industrial y agroindustrial son otra cosa, donde se habla de producción en serie y de economías de escala, y de la complejidad de los bienes como clave para hacerlos competitivos, al incorporarles valor agregado.

El otro asunto, es que semejante desafío donde se incluyen 47 municipios cafeteros del antiguo Caldas y norte del Valle, con su área de influencia, exige ver esta ecorregión de Colombia como un escenario biodiverso y pluricultural que merece acciones de conservación, sostenibilidad, integridad y autenticidad. Allí están: la región de Marmato y Riosucio como tierra de resguardos y negritudes, como una subregión panelera y minera; la región Cafetera de las chivas, el bahareque, los cables aéreos, los Ferrocarriles Cafeteros y la música de carrilera; la región San Félix-Murillo sobre la alta cordillera, con el

cóndor, el pasillo, la ruana de Marulanda, la palma de cera y el sombrero aguadeño; y el Magdalena Centro como tierra de ranchos de hamacas, chinchorros y subiendas, y de los vapores por el río y la expedición botánica.

Pero el asunto ahora, empieza por comprender las grandes implicaciones del proyecto, toda vez que el Paisaje Cultural Cafetero es un compromiso cuya sostenibilidad exige la recuperación del paisaje deforestado hace cuatro décadas, emprendiendo una reconversión del actual modelo socio-ambiental soportado en monocultivos y productos de base química, porque francamente con estos no resultaría viable el proyecto del Paisaje Cultural Cafetero ni enfrentar el calentamiento global, los dos mayores desafíos del sector para las siguientes décadas: con el calentamiento global se hacen necesarios los bosques para regular el agua y preservar los ecosistemas, y por lo tanto la atención de una problemática social y ambiental que obliga al ordenamiento de las cuencas hidrográficas de esta ecorregión colombiana.

Igualmente, dicha tarea pasa por un escenario aún más complejo, el de cerrar la brecha de productividad que igual afecta la ruralidad colombiana: más del 60% del PIB regional se concentra en las capitales cafeteras: todo porque nuestra actividad agropecuaria nunca ha incluido políticas de ciencia y tecnología necesarias para incorporar el conocimiento como factor de producción, al lado de la tierra, el trabajo y el capital. Aún más, con solo cuatro años de educación básica en el campo, la grave problemática del transporte rural y la ausencia institucional, no se hace viable elevar la baja productividad rural. Y frente a esta brecha de productividad, que explica la profunda pobreza campesina, ahora los deprimidos ingresos rurales caerán un 50% como consecuencia del TLC pendiente con EE UU.

Pero para paliar esta situación, se hace imperativo el bioturismo: un servicio que se soporta en lo autóctono y en la biodiversidad, como estrategia que exige una revolución educativa para la reconversión productiva, el desarrollo cultural y el fortalecimiento del tejido social, además de implementar Aerocafé para alcanzar de forma directa los mercados de Europa, Norteamérica y el Cono Sur. Con el Paisaje Cultural Cafetero, la suerte de los pequeños poblados cafetaleros dependerá de programas como las “vías lentas con poblados lentos” para las rutas bioturísticas, del papel del transporte rural como catalizador de la reducción de la pobreza, del bahareque dado su valor como arquitectura vernácula, de la salud del suelo y del agua, del sombrero y la biodiversidad, de las sanas costumbres, del arrullo de pájaros y cigarras, y de esta clase de elementos tangibles e intangibles de nuestro patrimonio cultural y natural.

Desde el OAM, Ed. Circular RAC 626 <http://oam.manizales.unal.edu.co/> Imagen, Paisaje caldense, obra del Maestro Luis Guillermo Vallejo. <http://samoga.manizales.unal.edu.co>
Ref: www.bdigital.unal.edu.co/4645/

Bibliografía de soporte y complemento para el Epílogo

Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Prosperidad para todos. Departamento Nacional de Planeación (2010), en: http://www.cna.gov.co/1741/articles-311056_PlanNacionalDesarrollo.pdf

Biodiversidad De La Cuenca Del Orinoco: li.Áreas Prioritarias Para La Conservación Y Uso Sostenible. Lasso, Carlos A. and Rial B., Anabel and Matallana, Clara L. and Ramírez, Wilson and Celsa Señaris, Josefa and Díaz-Pulido, Angélica and Corzo, Germán and Machado-Allison, Antonio (2011) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., Bogotá, pp. 1-304. See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6639/>

Cambio climático y pobreza. Gustavo Wilches-Chaux (2008) Programa Conjunto de Integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático. <http://www.pnud.org.co/>

Cátedra Manuel Ancízar. Tierra y Territorios en Colombia. Sesión 11: Globalización, libre comercio y desarrollo rural Universidad Nacional de Colombia.13 de mayo 2011. <http://www.unradio.unal.edu.co/nc/categoria/cat/catedra-manuel-ancizar.html>

Clima andino y café en Colombia. Jaramillo-Robledo, Álvaro. FNC- CENICAFÉ. Colombia. 2005.

Colombia Anfibia: La música de los humedales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt <http://www.humboldt.org.co/images/Fondo/pdf/webcuadernocolombiaanfibia.pdf>

Desastres de origen natural en Colombia 1979 – 2004. Hermelin, Michel, Editor. Medellín, 2005.

Ecorregión Eje Cafetero: un territorio de oportunidades. Gladys Rodríguez-Pérez, Oscar Arango-Gaviria, Bernardo Meza-Mejía, Cesar Augusto Mora-Arias, Luz Elena Hernández-Heredia, Francisco Uribe-Gómez (2002). Corporación ALMA MATER- CARDER www.almamater.edu.co

El cuidado de la casa común: Agua y Clima. Duque-Escobar, Gonzalo (2016) In: Jornada Académica *Laudato sí*. Octubre 25 de 2016, Auditorio Santo Domingo de Guzmán. U. C. de Manizales. <http://www.bdigital.unal.edu.co/54046/1/elcuidadodelacasacomun.pdf>

El desastre de Armero a los 30 años de la erupción del Ruiz. Duque-Escobar, Gonzalo (2015) <http://www.bdigital.unal.edu.co/51222/7/eldesastredearmeroalos30.pdf>

El inestable clima y la crisis del agua. Duque-Escobar, Gonzalo (2016) [Teaching Resource] <http://www.bdigital.unal.edu.co/51802/1/elinestableclimaylacrisisdelagua.pdf>

Elaboración de proyecciones de mediano plazo de actividad económica regional 2013 – 2017. IFEDesarrollo. Informe Final Estudio financiado por: Emgesa S.A. E.S.P. Diciembre 10 de 2013. <http://www.fedesarrollo.org.co/>

Elementos para la construcción de una visión estructurada del desarrollo de Caldas. Duque Escobar, Gonzalo (2014) Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales, Manizales, Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/44850/1/elementosparaunavisiondecaldas.pdf>

Geotecnia para el trópico andino. Escobar Potes, Carlos Enrique and Duque Escobar, Gonzalo (2016) N/A, Manizales, Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/53560/>

Gestión del riesgo. Duque Escobar, Gonzalo (2014) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] <http://www.bdigital.unal.edu.co/47341/1/gestiondelriesgo.anexo.pdf>

La gestión ambiental en Colombia, 1994-2014: ¿un esfuerzo insostenible?. Ernesto Guhl N y Pablo Leyva (2015). FESCOL-FNA. Bogotá.

Manual de Geología para Ingenieros. Duque-Escobar, Gonzalo (2016) [Book U.N. de Colombia] <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/396/manualgeo.pdf>

Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. MinAmbiente, República de Colombia 2010. <http://faolex.fao.org/docs/pdf/col146504.pdf>

Procesos de Control y Vigilancia Forestal en la Región Pacífica y parte de la Región Andina de Colombia. Duque E., Gonzalo and Moreno O., Rubén Darío and Ortiz O, Doralice and

Vela M., Norma Patricia and Orozco M, José M (2014) Carder, C. Aldea Global, CARs Socias del Proyecto. <https://drive.google.com/file/d/0Bz0MIJ0BciGteHN3VU1aUEInclk/view>

Revisión de la OCDE de las Políticas Agrícolas: Colombia 2015. Evaluación y Recomendaciones de Política. OECD 2015

Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero. Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos. CIEBREG (2009). Pereira, Colombia. <http://media.utp.edu.co/ciebreg/>

UMBRA: La Ecorregión Cafetera en los Mundos de Samoga. Duque Escobar, Gonzalo (2015), U.N. de Colombia <http://www.bdigital.unal.edu.co/50853/>

Zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia. Nelson Omar Vargas-Martínez (2005). IDEAM <http://www.ideam.gov.co>

Bibliografía citada en el texto

Álvarez-León, R. (2010). El ordenamiento territorial en Colombia: antecedentes, situación actual y perspectivas, P. 13 pp: 159-174 *In:* Mata-Perelló, J. M. (ed.) Mem. II Congreso Internacional sobre Geología y Minería en la Ordenación del Territorio y en el Desarrollo. Tema 7. Ordenamiento Territorial. Ayuntamiento de Utrillas / SEDPGYM / SIGMADOT / RUMYS. Utrillas (Aragón) España, 8-10 de Mayo de 2009.

Balech, E. (1978). Geocidio: la destrucción del planeta. Ediciones de La Flor. Buenos Aires (Argentina), 301 p.

Banco Mundial (1991). Política urbana y desarrollo económico. Un programa para el decenio de 1990. Washington, D.C. (USA), 105 p.

Bifani, P. (1999). Medio ambiente y desarrollo sostenible. Iepala Editorial, 593 p.

CECODES. (1995). Desarrollo sostenible: Equilibrio de cuatro objetivos. Rev. Clase Empresarial, 22: 20-28.

Cely-Galindo, G. (2004). Ethos vital y dignidad humana. Colección Bioética. JAVERGRAF. Bogotá D. C. (Colombia).

CONPES (2007) Documento 3463. Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Departamento Nacional de Planeación - DDUPA / Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia. Bogotá D. C., 12 de marzo de 2007.

CIPAV (2003). Restauración de suelos y vegetación nativa: Ideas para una ganadería andina sostenible. Ed. Apotema. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali (Valle) Colombia.

CVC (1995). Procedimientos metodológicos de planificación en cuencas hidrográficas. Corporación Autónoma Regional de Valle del Cauca. Santiago de Cali (Valle), 32 p

Dembner, S.A. & Mahler, P.J. (1992). Armonizar el medio ambiente con el desarrollo sostenible. FAO-Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales, 43 (169): 46-51.

Dourojeanni, A. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina. Revista de la CEPAL, 53: 111-128.

Dourojeanni, A. (2000). Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. Serie de Manuales de CEPAL, 10. Santiago de Chile (Chile), 374 p.

Duque-Escobar, G. (2000). Riesgo en la zona andina tropical por laderas inestables. In: Simposio Sobre Suelos del Eje Cafetero, Proyecto UTP – GTZ, 8 de Noviembre 2000, Manizales. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1681/1/Riesgo-Suelos-ZAT.pdf>

Duque-Escobar, G. (2011). Calentamiento global en Colombia. In: El Día Mundial del Medio Ambiente, Junio 6 de 2011, Instituto Universitario de Caldas. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3673/1/gonzaloduqueescobar.201138.pdf>

Duque-Escobar, G. (2012a). Un diálogo con el Paisaje Cultural Cafetero. In: 53º Congreso Nacional SMP: 30 de Junio al 1 de Julio de 2012, U.N. de Col. Manizales. <http://www.bdigital.unal.edu.co/7038/1/gonzaloduqueescobar.201230.pdf>

Duque-Escobar, G. (2012b). Una política ambiental pública para Manizales, con gestión del riesgo por sismos, volcanes y laderas., Manizales, Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/6497/1/gonzaloduqueescobar.201217.pdf>

Duque-Escobar, G. (2014a). Caldas en la biorregión cafetera. In: Foro "Por la Defensa del Patrimonio Público. 6 de Noviembre de 2014, Manizales. Universidad de Caldas <http://www.bdigital.unal.edu.co/45356/1/gonzaloduqueescobar.201447.pdf>

Duque-Escobar, G. (2014b). *Manizales: un diálogo con su territorio*. Documento de discusión. Sin Definir, Web SMP Manizales. – Ver en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12209/1/gonzaloduqueescobar.201411.pdf>

Duque-Escobar, G. & Torres-Arango, C. (2009). Participación de la sociedad civil en el ordenamiento territorial. In: Jornada Académica SMP de Manizales, 07 Noviembre de 2009, Manizales. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1671/3/gonzaloduqueescobar.20091.pdf>

Duque-Escobar, G., Moreno-Orjuela, R.D. & Ortiz-Ortiz, D. (2013). Gobernanza Forestal: legalidad y sostenibilidad de la guadua en la ecorregión cafetera. Proyecto De Posicionamiento De La Gobernanza Forestal En Colombia. Unión Europea, CARDER y Otros <http://godues.wordpress.com/2014/10/30/>

Fernández de Córdova, P. (1990). Treinta temas de iniciación filosófica. Fondo de Publicaciones Universidad de La Sabana. Bogotá D. E. (Colombia).

Franco-Arbeláez, M. & Salgado de López, M. (1996). Hacia una educación ambiental desde la persona. Talleres Gráficos Géminis Ltda. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 131 p.

Field, C. (ed.). (1996). La restauración de ecosistemas de manglar. ISME / OIMT. Okinawa (Japón), 278 p.

Garzón-Díaz, F.A. (2002). Bioética e investigación científica: la protección de la vida, un compromiso ético y científico. In: García-Cardona, G. (comp.) Mem. Congreso Internacional sobre Bioética e Investigación Científica "La protección de la vida, un compromiso ético y científico", Bogotá D.C. Colombia.

Gómez-Pérez, R. (1980). Problemas morales de la existencia humana. Editorial Magisterio Español S. A. Madrid (España).

González-González, H. 2014. Manual de Clase - Medio Ambiente Natural III. Unidad 4 Uso y Aprovechamiento de Cuencas Hidrográficas. Licenciatura en Educación Ambiental. Universidad de Caldas. Manizales (Caldas), s.p.

GTZ/CAR/CRDC-RDA/KFW. (2006). Experiencias y resultados en control de erosión. Proy. Checua-PROCAS. Corp. Autón. Reg. de Cundinamarca. Bogotá D. C. (Colombia).

Helweg, O.J. (1992): Recursos Hidráulicos. Planeación y Administración. México D.F., Limusa, Grupo Noriega Editores.

Juan Pablo II (1991). Encíclica *Sollicitus Rei Sociallis*. Instituto FIEL. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia)

L'Obsservatore Romano. (1989). Edición de Diciembre 10. Roma (Italia)

Margalef-López, R. (1981). Meditació sobre la recerca a la Universitat. En: Sobre les formes de l'activitat universitària. Universitat de Barcelona. Barcelona. Acte inaugural del Curs 1981-82: 39-63.

Márquez-Calle, G.E. (1996). Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo FEN Colombia. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 211 p.

Márquez-Calle, G.E. (2000). Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. Rev. Gestión y Ambiente, 5 (1): 33-49.

Maas, C.J.M. & J.J. Hox. (2005). Sufficient Sample Sizes for Multilevel Modeling. Methodology, 1 (3): 86–92

Mejía, J. (s.f.). Manual de alelopatía básica y productos botánicos. Edit. Didácticas Kingraf Ltda. & SinProAgro. Bogotá D. C. (Colombia).

MMA / INVEMAR / CIOH / CAR´S COSTERAS / IIAP / DAMARENA. (2002). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Fase II.

MMA / DGAS / GGUS. (2001). Mem. Primer Taller Nacional Gestión Integral de Residuos. Ministerio del Medio Ambiente / Dirección General Ambiental Sectorial / Grupo de Gestión Urbana y Salud. Pereira (Risaralda), junio 21 y 22 de 2001.

Nash, J.E. & Sutcliffe, J.V. (1970) River flow forecasting through conceptual models. Part I - A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, 10: 282-290.

OEA (1978). Convención Americana sobre Derechos Humanos (Pacto de San José) (Gaceta Oficial No. 9460 del 11 de febrero de 1978). 22 p.

Pérez-Adán, J. (1999). Socioeconomía y Familia. *Anthropotes*, 15/1,

Potter, V.R. (1971). *Bioethics: Bridge to the Future*. Prentice Hall. New Jersey (USA).

Prezzey, J. (1989). Definitions of Sustainability, UK Centre for Economic and Environmental Development, Working Paper no. 9.

RAS (2000). Reglamento técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000 Sección II Título B Sistemas de Acueducto. República de Colombia Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C., Nov. de 2000, 206 p.

Saito, S. (1996). Prólogo. *In: Field, C. (ed.) La restauración de ecosistemas de manglar*. ISME / OIMT. Okinawa (Japón)

TWDB (2005). *The Texas manual on rainwater harvesting*. Texas water development board. Third Edition. Austin (Texas) USA, 58 p. + 25 Anexos.

Varela, F. (1971). Self-consciousness: Adaptation or epiphenomenon?, *Studium Generale*, 24: 426-439.

Verneaux, R. (1989). Epistemología general o crítica del conocimiento. Edit. Herder, Barcelona (España).

UNASYLVA. (1992). La sostenibilidad (Editorial). FAO-Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales, 43 (169): 2.

Wiener, N. (1969). Cibernética y sociedad. Buenos Aires, Sudamericana, 16 p.

WEBGRAFÍA PARA EL TEXTO

<http://bloghabita.com>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental)

<http://www.aecid.es>

<http://www.concejodemanizales.gov.co/>

<http://www.mashpedia.es>

<http://www.revartdr.org>

<https://godues.wordpress.com/2012/01/27/temas-de-ordenamiento-y-planificacion-del-territorio/>

<https://godues.wordpress.com/2012/05/13/seis-dialogoscon-el-territorio-abril-de-2012/>

<https://godues.wordpress.com/2014/10/30/gobernanza-forestal-legalidad-y-sostenibilidad-de-la-gadua-en-la-ecorregion-cafetera/>

<https://godues.wordpress.com/2016/05/15/elementos-de-agenda-publica-para-el-plan-de-desarrollo-de-caldas-2016-2019/>

<https://godues.wordpress.com/2017/01/02/textos-y-publicaciones-tematicas-u-n-de-gde/>

<https://godues.wordpress.com/2017/01/11/ecorregion-cafetera-2017/>

<https://godues.wordpress.com/2017/03/02/textos-verdes/>

Bibliografía complementaria sugerida

Álvarez-León, R. (2008). Ecología y recursos naturales, Sexto Seminario, pp. 217-247 *In:* Rodríguez-Rodríguez, J. (comp.) Cuadernos de Clase No. 1 Desarrollo Regional y Planificación del Territorio. UAM / CRECE / CIAT Maestría Desarrollo Regional y

Planificación del Territorio. Col. Desarrollo, Región y Paz. Manizales (Caldas) Colombia. 359 p.

Álvarez-Tamayo, J.H. (1996a). La gallina de los huevos de oro. Debate sobre el concepto del desarrollo sostenible. ECOFONDO. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Álvarez-Tamayo, J.H. (1996b). La manzana de la discordia. Debate sobre la naturaleza en disputa. ECOFONDO. Rev. ECOS, 6.

Álvarez-Tamayo, J.H. (1997). Se hace camino al andar. Aportes para la historia del Movimiento Ambiental en Colombia. ECOFONDO. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Andrade, G., Gómez, R. & Ruíz, J.P. (1992). Biodiversidad, conservación y uso de recursos naturales. Colombia en el Contexto Internacional. FESCOL / CEREC, Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Ángel-Maya, A. (1995a). La fragilidad ambiental de la cultura. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Ángel-Maya, A. (1995b). La tierra herida. Las transformaciones tecnológicas del ecosistema. Ministerio de Educación Nacional / IDEA-UNC. Cuaderno Ambiental, 2.

Ángel-Maya, A. (1996). La trama de la vida: Bases ecológicas del pensamiento ambiental. Ministerio de Educación-Educación Ambiental / Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Asuntos Ambientales, IDEA. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 77 p.

Ángel-Maya, A. (1998). El retorno a la tierra. Introducción a un método de interpretación ambiental. Ministerio de Educación Nacional / IDEA-UNC. Cuaderno Ambiental, 3.

Banco Mundial. (1994). Libro de consulta para evaluación ambiental. Volumen I Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Caminos y Carreteras. Departamento de Medio Ambiente. Trabajo Técnico, 139. Washington (USA), 230 p.

Brown, L.R., Flavin, C.H. & French, H. (eds.) (1998). State of the world. A Worldwatch Institute Report of Progress Toward a Sustainable Society. Worldwatch Institute. New York (USA).

Capra, F. & Pauli, G. (eds.). (1995). Steering business toward sustainability. 1st Edition. UNU Press. Tokio (Japan).

Capra, F. (1996). The web for life. 1st Edition. Harper Collins. Londres (U. K.)

Carrizosa-Umaña, J. (1983). Recursos de hoy, bienestar de mañana. Banco de la República / Biblioteca Luis Ángel Arango. Bogotá D. E. (Colombia).

Caughley, G. & Gunn, A. (1996). Conservation biology in theory and practice. Blackwell Scientific Publications. Boston (Massachusetts) USA, 459 p.

Colinvaux, P.A. (1986). Introducción a la ecología. Edit. Limusa-Wiley. México D. F. (México), 679 p.

Correa, F. (ed.). (1993). La selva humanizada. ICAN / Fondo FEN-COLOMBIA / Fondo Editorial CEREC. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Duque-Escobar, Gonzalo (2007) Aspectos geofísicos y amenazas naturales en los Andes de Colombia. In: 1er Congreso Internacional de Desempeño Humano en Altura: Manizales, Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1580/2/gonzaloduqueescobar.200915.pdf>

Duque-Escobar, Gonzalo (2006) Ciencias naturales y CTS. In: Primer Encuentro de Formación de Maestros Ondas, Junio de 2006, Manizales. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1584/1/cts-ondas.pdf>

Duque-Escobar, Gonzalo (2016) Clima andino y problemática ambiental. In: IV Foro Ambiental, Julio 24 de 2016, La Merced, Caldas. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/53169/1/climaandinoy%20problematICAambiental.pdf>

Duque-Escobar, Gonzalo (2012) Gestión del Riesgo por Sismos, Volcanes y Laderas en la Política Ambiental de Manizales. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49131/1/boletin104.pdf>

Duque-Escobar, Gonzalo (2014) Gobernanza forestal para la ecorregión andina. Revista Civismo SMP Manizales. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/46363/>

Duque Escobar, Gonzalo and Ortiz Ortiz, Doralice (2009) Plan de ordenación y manejo ambiental cuenca del río Guarinó: fase prospectiva. Reporte técnico. Corpocaldas, Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1696/1/gonzaloduqueescobar.20099.pdf>

Duque Escobar, Gonzalo and Ortiz Ortiz, Doralice and Riveros Laserna, Rosa Liliana and Dunoyer Mejía, Mónica (2008) Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Campoalegre: fase prospectiva. Reporte técnico. Sin Definir, Manizales, Caldas, Colombia.: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1695/1/gonzaloduqueescobar.200811.pdf>

Escobar-Ramírez, J.J. (2002). Síndromes de sostenibilidad ambiental del desarrollo en Colombia. En: Taller "Síndromes de Sostenibilidad del Desarrollo en América Latina", Santiago (Chile), 16 y 17 de septiembre de 2002. Serie seminarios y conferencias de CEPAL, 41 (oct. 2004), 120 p.

Flórez-Malagón, A.G. & Baptiste-Ballera, L.G. (1990). Ecología y política internacional: El caso colombiano. Univ. de Los Andes. CEI, Ser. Doc. Ocasionales, 17: 1-40.

Galvis-Serrano, J.A. (1986). Ecología para profanos. Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis" FEN-Colombia. Bogotá D. E. (Colombia), 253 p.

Garzón-Díaz, F.A. (2003). Bioética: Manual interactivo. Colección Bioética. 2ª. Edición. Panamericana Editorial Ltda.3R Editores. Bogotá D. C. (Colombia).

González-Ladrón de Guevara, F. (1996a). Cultura y desarrollo. Algunas reflexiones alrededor de los conceptos de Ecosistema-Cultura y Desarrollo. IDEADE-PUJ. Ensayos I. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

González-Ladrón de Guevara, F. (1996b). En busca de caminos para la comprensión de la problemática ambiental (La escisión moderna entre cultura y naturaleza). IDEADE-PUJ. Ensayos V. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

González-Ladrón de Guevara, F. & Galindo-Caballero, M. (1999). Elementos para la consideración de la dimensión ético-política en la valoración y uso de la biodiversidad. IDEADE-PUJ. Ensayos II. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 93 p.

Halffter, G. (comp.). (1992). La diversidad biológica de Ibero América. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa (Veracruz) México. Acta Zoológica Mexicana, Vol. Especial: 1-389.

Hernández-Salgar, A.M. (1999). Biodiversidad y propiedad intelectual: La propiedad intelectual en la Organización Mundial del Comercio y su relación con el Convenio sobre la Biodiversidad Biológica. Inst. Invest. de los Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 58 p.

Holdridge, L.R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. Edit. IICA. San José (Costa Rica), 216 p.

Leff, E. (2000). La complejidad ambiental. Edit. Siglo XXI. México D. F. (México).

Margalef-López, R. (1977). Ecología. Edit. Omega. Barcelona (España), 1010 p.

Margalef-López, R. (1978). Perspectivas de la teoría ecológica. Edit. Blume. Col. Blume Ecología. Barcelona (España), 110 p.

Margalef-López, R. (1983). Limnología. Edit. Blume. Barcelona (España), 868 p.

Marino de Botero, M. & Tokatlian, J. (1983). Ecodesarrollo. El pensamiento del decenio. INDERENA / PNUMA. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

May, R.M. (1980). Estabilidad en los ecosistemas: algunos comentarios, pp. 203-213 En: W. H. van Dobben y R. H. Lowe-McConnell (eds.) Conceptos unificadores en ecología. Edit. Blume. Barcelona (España).

Murcia, C. (1998). Restauración de ecosistemas y recuperación de especies. NBSAP / IIRBAvH. Cali (Valle) Colombia, 11 p.

Naranjo, L.G. (1994). Ecología cotidiana. Univ. del Valle. Colección Edición Previa. Cali (Valle) Colombia, 111 p.

Odum, E.P. (1979). Ecología: vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. Comp. Edit. Continental S. A. México D. F. (México), 295 p.

Odum, E.P. & Sarmiento, F.O. (1998). Ecología: el puente entre la ciencia y sociedad. McGraw-Hill Interamericana. México D. F. (México), 343 p.

Olivier, S.R. (1976). Elementos de ecología y formación ambiental. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires (Argentina), 174 p.

Patiño, H. (1988). Ecología y sociedad y otros escritos. Tercer Mundo Editores. Bogotá D. D. (Colombia), 191 p.

Pauli, G. (1997). Upsizing, ciencia generativa: Más ingresos, más empleo y cero contaminación. 1ª Edición. Universidad de Manizales / Instituto ZERI para Latinoamérica. Manizales (Caldas), 220 p.

Pauli, G. (1998). Avances: Lo que los negocios pueden ofrecer a la sociedad. 2ª Edición. Agora Editores Ltda. Instituto ZERI para Latinoamérica Fundación ZERI de Ginebra. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 256 p.

Pauli, G. (2010). The Blue Economy. Paradigm Publishers.

Pérez, A. 1980 Ecología para todos. Una introducción a los problemas ecológicos colombianos. Publ. Banco de la República. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Pérez-Adán, J. (1994). El pensamiento ecológico de Juan Pablo II. Anales Valentinós, 3. España.

Ramírez-González, A. & Viña-Vizcaíno, G. (1998). Limnología colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. BP Exploration / Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D. C. (Colombia), 293 p.

Ramírez-González, A. (1999). Ecología aplicada: Diseño y análisis estadístico. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D. C. (Colombia), 325 p.

Ramírez-González, A. (2006). Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Edit. Pontificia Univ. Javeriana. Col. Biblioteca del Profesional. Bogotá D. C. (Colombia), 271 p.

Ramírez-González, A. (2007). Ecología: Introducción a la aplicación matemática. Pontificia Univ. Javeriana. Fac. de Estudios Ambientales y Rurales. Depto. De Ecología y Territorio. Bogotá D. C. (Colombia), 224 p.

Roldán-Pérez, G.A. (1992). Fundamentos de limnología. Edit. Univ. de Antioquia. Col. Ciencia y Tecnología. Medellín (Antioquia) Colombia, 529 p.

Roldán-Pérez, G.A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP / Col. Edit. Univ. de Antioquia. Serie Ciencia y Tecnología. Medellín (Ant.) (Colombia), 170 p.

Roldán-Pérez, G.A., Velásquez, L.F. & Machado-Cartagena, T. (1981). Ecología: la ciencia del ambiente. Edit. Norma. Bogotá D. E. (Colombia), 264 p.

Vásquez-Torre, G.A.M. (1993). Ecología y formación ambiental. McGraw-Hill / Inter-América. Editores S. A. México D. F. (México), 303 p.

Vélez-Ramírez, A. (ed.). (2008). Población, vida y desarrollo: Evidencias e interrogantes en los albores del siglo XXI. Univ. de La Sabana / CAF / COLCIENCIAS / ICETEX / UNIVERSIA. Bogotá D. C. (Colombia), 339 p.

Vicen-Carreño, M. & Vicen-Antolín, C. (1996). Diccionario de términos ecológicos. Editorial Paraninfo. Buenos Aires (Argentina), 173 p.

Villa, A. (1999). Sostenibilidad y medio ambiente. Políticas, estrategias y caminos de acción. Misión Rural FINAGRO. Tercer Mundo Editores. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Villegas, F.A. (1999). Evaluación y control de la contaminación. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia).

Walters, C.J. (1971). Ecología de sistemas: método de los sistemas y los modelos matemáticos en ecología, pp. 306-324 In: Odum, E. P. (ed.) Ecología. 3ª Edición. Editorial Interamericana. México D. F. (México), 639 p.

Zonneveld, I.S. (1995). Land ecology: An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation. SPB Academic Publishing. Ámsterdam.

WEBGRAFÍA SUGERIDA

www.aceprensa.com

www.aciprensa.com

www.altavista.com

www.almudi.org/index.asp

www.arvo.net

www.ecoport.com.ar

www.encuentra.com

www.es.wikipedia.com

www.fluvium.org

www.google.com

www.humboldt.org.co/inventarios

www.humboldt.org.co/conservacion

www.humboldt.org.co/politica

www.humboldt.org.co/capacitacion

www.humboldt.org.co/comunicacion

www.humboldt.org.co/alianzandes

www.humboldt.org.co/jardin

www.iepe.org

www.infoprensa.org

www.lafamilia.info

www.metropolisglobal.com

www.minambiente.gov.co

www.monografias.com/Ecologia/index

www.monografias.com/Ecologia/index

www.parquesnacionales.gov.co

www.pcb.ub.es/homePCB/lire/es

www.reservasdelasociadacivil.org

www.yocreoencolombia.org.co

www.youtube.com

ANEXO 1

NORMA ISO 14000: INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL SIGLO XXI

(<http://www.monografias.com/trabajos4/iso14000/iso14000.shtml>)

ANEXO 2

NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SANITARIA

http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

ANEXO 3

PRINCIPALES CONVENIOS, ACUERDOS Y TRATADOS INTERNACIONALES, RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE, SUSCRITOS POR COLOMBIA

- Tratado Antártico. 14 de Julio 1961
- Convención para la Protección de la Flora y la Fauna, y las Bellezas Escénicas de América (Convención de Washington). 23 de Agosto 1967
- Convenio para la Conservación de Focas Antárticas. 31 de diciembre 1971.
- Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas Fauna y Flora Silvestres (CITES). 23 de Marzo 1975
- Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena. 21 de Septiembre 1979
- Convenio sobre la Conservación de los Recursos Marinos Vivos Antárticos. 13 de octubre 1981
- Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (Convención de Bonn). 13 de Octubre 1981

- Convenio sobre las Marismas de Importancia Internacional, Especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). 11 de Noviembre 1981
- Convenio para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste. 14 de Junio 1986
- Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate Contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en Casos de Emergencia. 11 de Agosto 1986
- Protocolo complementario del acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate Contra la Contaminación del Pacífico por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en Casos de Emergencia. 24 de Agosto 1986
- Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Proveniente de Fuentes Terrestres. 19 de Junio 1986
- Protocolo de Montreal sobre Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. 28 de Abril 1990
- Comisión Binacional de Cooperación Económica e Integración Física. 02 de Agosto 1991
- Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 13 de Abril 1992
- Convenio de Basilea para el Control de los Movimientos Transfronterizos. 13 de Octubre 1992
- Convenio sobre la Diversidad Biológica. Diciembre 1993
- Comisión para el Desarrollo Sustentable. Febrero 1993
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Noviembre de 1994
- Protocolo de 1978 Relativo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques de 1973. 04 de Mayo 1995
- Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en casos de Accidentes que causen una Contaminación por Hidrocarburos. 03 de Junio 1995

ANEXO 4

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost.htm

El desarrollo sostenible puede ser definido como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades". Esta definición fue empleada por primera vez en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU, creada en 1983. Sin embargo, el tema del medio ambiente tiene antecedentes más lejanos. En este sentido, las Naciones Unidas han sido pioneras al tratar el tema, enfocándose inicialmente en el estudio y la utilización de los recursos naturales y en la lucha porque los países - en especial aquellos en desarrollo- ejercieran control de sus propios recursos naturales.

En los primeros decenios de existencia de las Naciones Unidas las cuestiones relacionadas con el medio ambiente apenas figuraban entre las preocupaciones de la comunidad internacional. La labor de la Organización en ese ámbito se centraba en el estudio y la utilización de los recursos naturales y en tratar de asegurar que los países en desarrollo, en particular, controlaran sus propios recursos. En la década de los sesenta se concertaron acuerdos sobre la contaminación marina, especialmente sobre los derrames de petróleo, pero ante los crecientes indicios de que el medio ambiente se estaba deteriorando a escala mundial, la comunidad internacional se mostró cada vez más alarmada por las consecuencias que podía tener el desarrollo para la ecología del planeta y el bienestar de la humanidad. Las Naciones Unidas han sido uno de los principales defensores del medio ambiente y uno de los mayores impulsores del "desarrollo sostenible".

A partir de los sesenta se empezaron a concertar acuerdos y diversos instrumentos jurídicos para evitar la contaminación marina y en los setenta se redoblaron esfuerzos para ampliar la lucha contra la contaminación en otros ámbitos. Asimismo, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de Estocolmo, 1972 se incorporó a los temas de trabajo de la comunidad internacional la relación entre el desarrollo económico y la degradación ambiental. Tras la conferencia fue creado el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que hasta el día de hoy sigue siendo el principal organismo mundial en la materia. Desde 1973 se han creado nuevos mecanismos y se han buscado medidas concretas y nuevos conocimientos para solucionar los problemas ambientales mundiales.

Para la ONU la cuestión del medio ambiente es parte integrante del desarrollo económico y social, los cuales no se podrán alcanzar sin la preservación del medio ambiente. De hecho, garantizar la sostenibilidad del medio ambiente es el 7 Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM).

En 1973 se estableció la Oficina de las Naciones Unidas para la Región Sudano-sahariana (ONURS) con el fin de impulsar la lucha contra la expansión de la desertificación en África occidental. Pero los esfuerzos por integrar las cuestiones ambientales con la planificación económica y la adopción de decisiones a nivel nacional se mueven con lentitud. En general, el medio ambiente ha seguido deteriorándose y se han agravado ciertos problemas como el recalentamiento de la Tierra, el agotamiento de la capa de ozono y la contaminación del agua, mientras que la destrucción de los recursos naturales se ha acelerado rápidamente.

Gracias a las conferencias de la ONU sobre temas ambientales y al trabajo del PNUMA se han estudiado temas ambientales de gran importancia tales como:

- La desertificación
- El desarrollo sostenible y los bosques
- La protección de la capa de ozono
- El cambio climático y el calentamiento de la atmósfera
- Agua, energía y recursos naturales
- La biodiversidad y la pesca excesiva
- El desarrollo sostenible de los pequeños Estados Insulares (islas)
- El medio marino

- La seguridad nuclear y el medio ambiente
- Estados Insulares en Desarrollo (Islas)
- Poblaciones de peces altamente migratorias y trans-zonales

En los años ochenta los Estados Miembros mantuvieron negociaciones históricas sobre cuestiones ambientales como las relativas a los tratados para la protección de la capa de ozono y el control de los tratados de desechos tóxicos. Gracias a la labor de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, creada en 1983 por la Asamblea General, se comprendió que era necesario lograr urgentemente un nuevo tipo de desarrollo que asegurara el bienestar económico de las generaciones actuales y futuras protegiendo a un tiempo los recursos ambientales de los que depende todo desarrollo. En el informe presentado por la Comisión a la Asamblea General en 1987 se introdujo el concepto de *desarrollo sostenible* como enfoque alternativo al desarrollo basado simplemente en un crecimiento económico sin restricciones.

Después de examinar el informe, la Asamblea General convocó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: *Cumbre para la Tierra*.

En la actualidad, la conciencia de que es necesario preservar y mantener el medio ambiente se refleja prácticamente en todos los ámbitos de trabajo de las Naciones Unidas. La colaboración dinámica establecida entre la Organización y los gobiernos, las ONGs, la comunidad científica y el sector privado está generando nuevos conocimientos y medidas concretas para solucionar los problemas ambientales globales. Las Naciones Unidas consideran que proteger el medio ambiente debe ser parte de todas las actividades de desarrollo económico y social. Si no se protege el medio ambiente no se podrá alcanzar el desarrollo.

ANEXO 5

TENSORES NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DE LAS ZONAS COSTERAS COLOMBIANAS, ADAPTADA A PARTIR DE LUGO *et al.* (1980)

TENSOR	FACTOR CAUSAL	PUNTO PRIMARIO DE ATAQUE
NATURAL		
Hipersalinidad	Aridez del clima o falta de flujo de mareas o escorrentía	Complejidad estructural
Sedimentación (progresión)	Acreción hídrica y eólica	Intercambio gaseoso radicular
Acción del viento	Fuertes vientos o brisas	Complejidad estructural

Sedimentación (aguda)	huracanes o inundaciones	Intercambio gaseoso radicular, asimilación de agua y nutrientes
Alta energía de las olas	Movimiento de aguas	Complejidad estructural
Acumulación de H ₂ S	Estancamiento de aguas	Respiración radicular y de sedimentos
Inundaciones crónicas	Huracanes o grandes inundaciones	Intercambio gaseoso radicular y sedimentos
Epidemias de herbívoros	Cambios ambientales desconocidos	Vegetación costera
ANTROPOGÉNO		
Alta temperatura	Enfriamiento de termoeléctricas	Complejidad estructural, hojas y plántulas
Cobertura de petróleo	Derrames accidentales	Intercambio gaseoso de superficies cubiertas por petróleo, hojas
Drenaje crónico	Canalización, construcciones de carreteras, diques, caminos	Complejidad estructural y todos los procesos de los ecosistemas
Herbicidas	Preservación de cosechas	Hojas, retoños, sedimentos
Cosechas excesivas	Necesidades humanas	Plantas
Relleno crónico, dragados	Actividades de construcción	Complejidad estructural e intercambio gaseoso
Escorrentía de metales pesados	Escorrentía de actividades mineras	Depositados en hojas y sedimentos
Acumulación de basura	Deficiencia en recolección o disposición deficiente	complejidad estructural e intercambio gaseoso

ANEXO 6

PLANES DEPARTAMENTALES DE AGUA PARA COLOMBIA

<http://ingeterra.espacioblog.com/post/2009/01/22/el-ano-los-planes-departamentales-agua-colombia>

ANEXO 7

DOCUMENTO CONPES 3463 (2007)

<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/Subdireccion/Conpes/3463.pdf>

ANEXO 8

Documento de Debate 1. Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: una revisión bibliográfica. Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. Taller electrónico. 18 Septiembre – 27 Octubre 2000.
<http://www.fao.org/ag/agl/watershed/watershed/papers/paperbck/papbckes/kiersch1s.pdf>

ANEXO 9

Documento de Debate 2. Síndromes de Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo en Colombia.
<http://www.eclac.org/cgi-in/getProd.asp?xml=/noticias/Autores/8/25528/P25528.xml&xsl=/tpl/p41f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xsl>

ANEXO 10

DECRETO 1299 de 2008 (Abril 22) MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

“Por el cual se reglamenta el Departamento de Gestión Ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones”

ANEXO 11

NORMATIVA VIGENTE

Decreto-Ley 2811 de 1974

Decreto 2857 de 1981

Ley 99 de 1993

Ley 142 de 1994

Decreto 605 de 1996
Ley 388 de 1997
Ley 1454 de 2011.
Decreto 1729 de 2002
Decreto 1729 de 2009
Decreto Ley 19 de 2012
Decreto 1807 de 2014


ANEXO 12

ACRÓNIMOS

BIRF= Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.
BID= Banco Interamericano de Desarrollo.
CAR´s= Corporaciones Autónomas Regionales.
CFC= Compuestos Clorofluorocarbonados.
CECODES= Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible.
CEPIS= Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
CIPAV= Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
CONPES= Consejos de Regionales de Política Económica y Social..
CRA= Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.
DNP= Departamento Nacional de Planeación.
ESP= Control Electrónico de Estabilidad.
EOT= Esquema de Ordenamiento Territorial.
FAO= Food and agriculture Organization of the United States.
FINDETER= Financiera del Desarrollo Territorial S.A.
FMI= Fondo Monetario Internacional.
FONAM= Fondo Nacional Ambiental.
GTZ= Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
IDEAM= Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
IGAC= Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”.
ISO= Organización Internacional de Normalización.
MAVDT= Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
MHCP= Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
MMA= Ministerio del medio Ambiente.
PBOT= Plan Básico de Ordenamiento Territorial.
PGIRS= Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).
PME= Programa de Modernización Empresarial.
PNUMA= Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente.
POT= Plan de Ordenamiento Territorial.
PDAS= Planes Departamentales de Agua y Saneamiento.
RAMSAR= Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.
RAS= Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
SGP= Sistema General de Participaciones.

SINA= Sistema Nacional Ambiental.
 SSPD= Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
 UNASILVA= International Journal of Forestry and Forest Industries.
 ZCIT= Zona de Confluencia Intertropical

ANEXO 13

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (1867-2017)</p>  <p>MANUAL DE GEOLOGIA PARA INGENIEROS Gonzalo Duque-Escobar MANIZALES, 2016 http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/</p>	
<p>Presentación Contenido Cap01 Ciclo geológico Cap02 Materia y Energía Cap03 El sistema Solar Cap04 La Tierra sólida y fluida Cap05 Los minerales Cap06 Vulcanismo Cap07 Rocas ígneas Cap08 Intemperismo ó meteorización Cap09 Rocas sedimentarias Cap10 Tiempo geológico</p>	<p>Cap11 Geología estructural Cap12 Macizo rocoso Cap13 Rocas Metamórficas Cap14 Montañas y teorías orogénicas Cap15 Sismos Cap16 Movimientos masales Cap17 Aguas superficiales Cap18 Aguas subterráneas Cap19 Glaciares y desiertos Cap20 Geomorfología Lecturas complementarias Bibliografía</p>
<p>Anexo 1: Agua y Clima http://www.bdigital.unal.edu.co/54046/ Anexo 2: Calentamiento global en Colombia http://www.bdigital.unal.edu.co/3673/ Anexo 3: Desafíos del Complejo Volcánico Ruiz - Tolima http://www.bdigital.unal.edu.co/9484/ Anexo 4: Economía para el constructor http://www.bdigital.unal.edu.co/1698/ Anexo 5: Gestión del riesgo http://www.bdigital.unal.edu.co/47341/ Anexo 6: Geotecnia para el trópico andino http://www.bdigital.unal.edu.co/53560/</p>	<p>Anexo 7: La Luna http://www.bdigital.unal.edu.co/1663/ Anexo 8: ¿Para dónde va el Magdalena? http://www.bdigital.unal.edu.co/51046/ Anexo 9: Túnel Manizales http://www.bdigital.unal.edu.co/2046/ Anexo 10: UMBRA: La Ecorregión Cafetera en los mundos de Samoga http://www.bdigital.unal.edu.co/50853/ Anexo 11: Mecánica de los suelos http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/ . El Autor: Gonzalo Duque-Escobar</p>
<p>HOME: http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/</p>	