

T
5695
2008



TESIS DOCTORAL

CONSIDERACION DEL SUBSUELO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR

Documento requisito para optar el título de Doctor en
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

Dirigida por el Profesor

JOSEP MARIA MATA-PERELLO

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MINERA Y RECURSOS NATURALES-EMRN
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA MANRESA -EPSEM**

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA -UPC

Junio, 2008

• • • • • 2008



CERTIFICADO ACADÉMICO OFICIAL

ANA MARIA ABELAIRA TATO, como Secretaria general,

CERTIFICA que: JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR, con Pasaporte 98517450, ha cursado, con las calificaciones y en los cursos aeadé a continuación se detallan, las materias siguientes correspondientes a los estudios de doctorado en DOCTORADO EN RECURSOS NATI MEDIO AMBIENTE:

FASE DE DOCENCIA 20.00 Créditos superados

	Créditos (1)	Calificación (2)	C
MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES: MATERIAS PRIMAS INDUSTRIALES DE ORIGEN GEOLÓGICO	4.00I	9,0 Sobresaliente	2
SEMINARIO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	3.00I	8,5 Notable	2
SEMINARIO DE RECURSOS NATURALES	3.00I	8,5 Notable	2
CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO	4.00I	7,5 Notable	2
RESTAURACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS POR LA MINERÍA Y LAS OBRAS PÚBLICAS	3.00I	7,0 Notable	2
SEMINARIO DE RECURSOS NATURALES	3.00I	7,5 Notable	2

FASE DE INVESTIGACIÓN 12.00 Créditos superados

	Créditos (1)	Calificación (2)	C
PROYECTO DE TESIS	6.00PR	8,0 Notable	2
SUFICIENCIA INVESTIGADORA	---	--- Sobresaliente	2
(Doctorado) Créditos de investigación	6.00II	9 Sobresaliente	2

TUTORÍA DE TESIS

	Créditos (1)	Calificación (2)	C
TUTORÍA	---	--- Satisfactorio	2I
TESIS	---	--- Sobresaliente Cum Laude	2I

Que de acuerdo con el artículo el artículo 6 del Real Decreto 778/1998 el día 27/11/07 el Tribunal del programa de doctorado DOCTORADO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE, constituido para evaluar los conocimientos obtenidos por el doctorando en los cursos, se y periodo de investigación tutelada, le otorgó la calificación de Sobresaliente, obteniendo la suficiencia investigadora.

Que presentó y defendió delante de tribunal su tesis doctoral con fecha 10/07/08 y calificación Sobresaliente Cum Laude.

FINAL CONCEPTOS CERTIFICADOS

Así resulta de los datos consignados en el expediente académico de la persona interesada y, para que conste, a petición suya, firmo esta certificación.

Barcelona, 15 de julio de 2008.

Vº Bº,
Secretaria general,

ANA MARIA ABELAIRA TATO

El Jefe de la Oficina de Doctorado,

XAVIER MASÓ PÉREZ

(1) Tipo de créditos

Tipo I: cursos o seminarios del programa de doctorado y cursos de otros programas de doctorado de la UPC

Tipo II: proyecto de tesis doctoral. Actividades complementarias de investigación

Tipo III: seminarios de otros programas de doctorado de la UPC y otras actividades docentes de nivel equivalente con la aprobación del tutor de estudios

(1) Número de créditos Un crédito equivale a diez horas lectivas

(2) La correspondencia entre la calificación numérica y descriptiva para los estudios de doctorado es la siguiente:

Suspense y no presentado: menor que 5. Aprobado: mayor o igual que 5 y menor que 7. Notable: mayor o igual que 7 y menor que 9. Sobresaliente: mayor o igual que 9

Visto en el Ministerio de Educación, Política Social y Deporte
se ha legalizado la firma de
María Abalaura Pato,
Directora General de
Universidad Politécnica
de Cataluña

Madrid, a los 16 días del mes de Abril de 1980
O. M. 16 Abril 1980
-Art. 3º - (E. O. E. 24) 3807
por el Servicio de



Lourdes Morte


Lourdes Marín Morte
Jefe de servicio

APOSTILLE (O LEGALIZACION UNICA)
Convention de La Haye du 5 octobre 1961. (Real Decreto 2433/1978 de 2 de octubre)

1. País España
El presente documento público
2. Ha sido firmado por Lourdes Marín Morte
3. Actuando en calidad de Jefa de Servicio de Títulos
4. Se ha sellado/timbrado con Ministerio de Educación Política Social y Deporte

Certificado
5. En Madrid 6. El 17 de julio de 2008
7. Por Mª Carmen Guijarro González

8. Con el número 22679
9. Sello/timbre 10. Firma



Mª Carmen Guijarro



Antoni Giró i Roca, rector de la **Universitat Politècnica de Catalunya**,

CERTIFICO :

Que el Sr. **Jorge Martín Molina Escobar**, nacido el 9 de febrero de 1966, en Antioquia-Medellín (Colombia), de nacionalidad colombiana, con el pasaporte núm. CC98517450, ha superado los estudios de doctorado en las condiciones establecidas por la legislación vigente para los poseedores de títulos extranjeros no homologados a un título español de segundo ciclo, en el DEPARTAMENT D' ENGINYERIA MINERA I RECURSOS NATURALS dentro del PROGRAMA DE RECURSOS NATURALS Y MEDJO AMBIENTE, y ha hecho constar su suficiencia en esta Universidad el día 10 de julio de 2008, según el Real decreto 778/1998, para la obtención del TÍTULO UNIVERSITARIO OFICIAL DE DOCTOR POR LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA, con la calificación de Sobresaliente "Cum Laude", y ha pagado los derechos de expedición del título el día 11 de julio de 2008, núm. de resguardo 021020.

Y para que surta los mismos efectos que el título, con carácter **provisional** hasta que éste se edite, expido la presente certificación a solicitud del interesado.

Barcelona, 14 de julio de 2008

La responsable de la Unidad de
Gestión del Expediente Académico y Planes de Estudio



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Mari Cruz Aragón Jiménez

Por delegación del rector; resolución núm. 2265/2005, de 21 de septiembre



Visto con el sello
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
POLÍTICA SOCIAL Y DEPORTE

Legalizar la firma de D. Dña.
Luz Araçan Jiménez
Responsable de la Unidad de Gestión
de Académicos y planes
de la Universidad Politécnica de Catalunya

ser, al parecer, la suya
Madrid, **17-07-2008**

O.M. 16 Abril 1990
-Art. 34- (E.O.E.)
por el Servicio de Titulos **3806**



Lourdes Marín Morte
Jefe de servicio

APOSTILLE (O LEGALIZACION UNICA)

Convention de La Haye du 5 octobre 1961. (Real Decreto 2433/1978 de 2 de octubre)

- 1. País España
- 2. El presente documento público
- 3. Ha sido firmado por Lourdes Marín Morte
- 4. Actuando en calidad de Jefa de Servicio de Titulos
- 5. Se ha sellado/timbrado con Ministerio de Educación Política Social y Deporte
- 6. Certificado
- 7. En Madrid
- 8. El 17 de julio de 2008
- 9. Por M^a Carmen Guijarro González
- 10. Firma

8. Con el número **22680**



Carmen Guijarro González



XAVIER MASSÓ PÉREZ como Jefe de la Oficina de Doctorado de la Universitat Politècnica de Catalunya,

HAGO CONSTAR: Que de acuerdo con los datos que figuran en nuestros archivos, el Sr. JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR, leyó su Tesis Doctoral titulada *Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial*, el día 10/07/2008 en el Departamento INGENYERIA MINERA I RECURSOS NATURALS, de esta Universidad y obtuvo la calificación de d'Excel·lent Cum Laude.

Que el director de esta Tesis Doctoral fue el Sr. JOSE MARIA MATA PERELLO y el tribunal estaba formado por los siguientes miembros:

Presidente: Dr. ARSENIO J. GONZÁLEZ MARTÍNEZ
INGENIERÍA MINERA, MECÁNICA Y ENERGÉTICA
UNIVERSIDAD DE HUELVA

Secretario: Dr. JOAN JORGE SÁNCHEZ
FÍSICA APLICADA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Vocales: Dr. PAUL CESAR CARRIÓN MERO
ESCUELA SUPERIOR POLITÈCNICA DEL LITORAL

Dr. ENRIQUE ORCHE GARCÍA
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDAD DE VIGO

Dr. GÉRARD VERRAES
ÉCOLE DES MINES D'ALÈS

Y para que conste a petición de la persona interesada, firmo este documento en Barcelona, a 14/07/2008.

Oficina de Doctorado



Oficina de Doctorat
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Xavier Massó Pérez



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDIELLÉN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS

Manresa, España, julio 11 del 2008

**A QUIEN PUEDA INTERESAR
MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Y OTRAS ENTIDADES O PERSONAS**

REF. DOCTORADO DE JORGE M. MOLINA E. EN LA UPC

Por la presente, certifico que Jorge Martín Molina Escobar identificado con el pasaporte No 98.517450 de Colombia, realizó su curso de doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente, en el departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), durante tres años, con los cursos del 2005 hasta el 2008. Terminó exitosamente su tesis titulada Consideración del Subsuelo en el Ordenamiento Territorial con calificación de Excelente y con mención "CUM LAUDE" (LAUREADA).

Es de notar que Jorge ha estado investigando los temas de ordenamiento territorial, medio ambiente, minería, durante más de ocho años. En varios congresos a nivel internacional, Argentina, Brasil, Bolivia, Ecuador, España, Perú y Portugal entre otros, hemos coincidido debatir y compartir ponencias relativas a su tesis. Él tuvo la oportunidad de realizar pasantías de investigación y formación en Suecia 1999, Canadá 1998, 2007, Japón 2002, 2003 y 2004. En ese año asumí el direccionamiento formal del tema de su tesis para que Jorge lo siguiera investigando y realizamos los procesos de formalización para su inscripción al doctorado en el curso del 2005-2006.

Quisiera indicar que su trabajo de investigación lo considero bastante bueno, digno de un esfuerzo de más de ocho años de trabajo; los últimos tres formalmente en la UPC. Además adelantó satisfactoriamente todos sus cursos, créditos de investigación, salidas de campo, seminarios y su tesis doctoral.

Espero que los resultados y propuestas de su investigación plasmada en su tesis doctoral y los artículos publicados sean aplicados a nivel universal y especialmente en Colombia.

Agradezco su atención



Josep M. Mata-Perelló

Profesor de la UPC

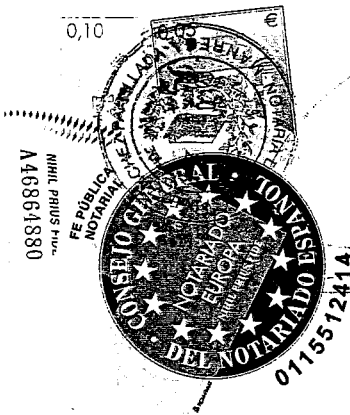
Director del departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales

Presidente Honorario de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero.

Número 430 del libro indicador número 10 SEUONZ
LEGITIMACIÓN.- Yo, JAIME SÁNCHEZ PARELLADA
Notario del Ilustre Colegio de Cataluña, con residencia
en Manresa,

DOY FE: De que la/s firma/s y rúbrica/s que antecede/n,
que corresponde/n A DON JOSE MARIA TA-
TA Parelló, provisto con DNI
NÚMERO 40785474-8

la/s considero legítima/s y auténtica/s por coincidir
-CON LA ESTAMPADA EN SU DNI-
Y para que conste, signo, firmo, rubrico y sello la
presente en Manresa, a QUINCE DE JULIO DE
DOS mil ochocientos



EL COLEGIO DE NOTARIOS DE CATALUÑA
54093 2008

AVÍS DE LECTURA DE TESI DOCTORAL

El Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals fa pública la lectura de la següent tesi doctoral:

Programa de doctorat: Recursos Naturals i Medi Ambient.

Títol: Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial

Autor: Jorge Martin Molina Escobar

Director: Josep M. Mata Perelló

Data: 10 de juliol de 2008

Hora: 12 h.

Lloc: Sala d'actes EPSEM



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLIN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS

Museu de Geologia
Valentí Masachs

Av. Diagonal de Marçaleu, 61-75
Tel: (93) 577 72 41 - 577 72 06
Fax: (93) 577 72 00
08203 Marçaleu

De ▶ Lúcia Reixach <llucia@emrn.upc.edu>
Enviado Jueves, Julio 3, 2008 10:10 am
A tothom@epsem.upc.edu , demrn@epsem.upc.edu , Fulvio Amato <famato@ija.csic.es> , basas@emrn.upc.edu , aborras@xtec.cat , brunet jordi <jordibrunetnoguera@yahoo.es> , cabalnav <cabalnav@teleline.es> , montsecalderer@hotmail.com , jaimechouferdez@terra.es , FRANCISCO COLLGROS <fcollgros@dallant.com> , Toni Dorado <dorado@emrn.upc.edu> , "Fernandez Casado, Sergio" <sfernandez@ercros.es> , Montserrat <montserrat.gomez@infonegocio.com> , laiajimenez@hotmail.com , siatres@gencat.net , emarti@eueti.upc.edu , jfmarti@eueti.upc.edu , xavier.martinez-llado@upc.edu , mmasfret@xtec.es , rmata@colgeocat.org , Claudia Mesa Vilchez <klausmvz@gmail.com> , Katares2@yahoo.com.ar , navarro@epsem.upc.edu , Josep Ortuño <josep.ortuno@telefonica.net> , areyes@eupm.upc.edu , ariba@xtec.cat , mrovir17@xtec.cat , thomas@emrn.upc.edu , Lluís Sanmiquel <sanmi@emrn.upc.edu> , Juan Pablo <gms-singer@icog.es> , laurasc@coac.net , maria tomàs <mtomas@emrn.upc.edu> , Sergio Velasquez <velasquez.sergio@gmail.com> , viladomat@eupm.upc.edu , Jordi Vives <vives@mmt.upc.edu> , Josep Oliva Moncunill <josep@emrn.upc.edu> , arauja <juammpaa@yahoo.com.ar> , Jorge Martin Molina Escobar <jmmolina@unalmed.edu.co> , M^a Angeles Nuñez <marianmorales@gmail.com> , Josep Oliva Moncunill <josep@emrn.upc.edu> , salvador torne <storne2@xtec.cat> , msebasti@xtec.cat , gemix6@yahoo.es , carlavintro@telefonica.net , MARTA GUADAYOL <mguadayol@dallant.com> , Said <misian@terra.es> , Jordi Oliveras Mejías <jornnavas@teleline.es> , jordi.mulet@ono.com , feixanc@yahoo.com
Asunto Lectura Tesis Sr. Molina

El Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals fa pública la següent lectura de tesi dins el programa de doctorat Recursos Naturals i Medi Ambient:

Títol de la tesi: Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial

Autor: Jorge Martín Molina Escobar

Director: Josep Maria Mata Perelló

Data de lectura: 10 de julio de 2008

Lloc Sala d'Actes EPSEM

Hora: 12:00 h

Ben cordialment,

Xavier Gamisans Noguera

Coordinador Doctorat



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

13/06/2008

UPC - REGISTRE	
SORTIDES	
Núm. 5533	
16 JUNY 2008	h

SR. JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR
SANT JOAN 101 B
08150
PARETS DEL VALLES

Senyor,

Em plau fer-vos arribar còpia de la resolució de la Comissió de Doctorat de la UPC, per la qual s'admet a tràmit de lectura la tesi doctoral de referència:

Tesi: Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial
Autor: SR. JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR
Director: SR. JOSE MARIA MATA PERELLO

Resto a la vostra disposició.

Oficina de Doctorat
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Xavier Massó Pérez
Cap de l'Oficina de Doctorat



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLIN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS



Admissió de tesi doctoral a tràmit de lectura

D'acord amb la normativa de Doctorat, una vegada transcorregut el període de quinze dies de dipòsit de la tesi presentada per **JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR**, amb el títol **Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial** i, després d'examinar la documentació presentada, la Comissió de Doctorat de la UPC d'acord amb l'article 21è del Reial Decret 1393/2007 del 29 d'octubre de 2007 (B.O.E. 30/10/07), ha resolt autoritzar la defensa pública de la tesi esmentada.

Amb aquest mateix acte es tramet l'exemplar de tesi dipositada al Director de la Unitat Estructural responsable del programa.

Aquesta resolució es comunicarà a tots els interessats en el procediment.

Barcelona a 13/06/2008.

La Presidenta de la Comissió de Doctorat

  Oficina de Doctorat
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Anna Maria Sastre Requena
(P.D.)(Resol. 797/2006)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLIN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS



A la vista de la proposta formulada per la unitat estructural responsable del programa i tenint en compte allò que preveu l'article 21è del Reial Decret 1393/2007, del 29 d'octubre de 2007 (B.O.E. 30/10/07) es designa el tribunal que ha de jutjar la tesi doctoral:

Títol de la Tesi: Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial

Nom del Doctorant: JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR

Director de la Tesi: JOSE MARIA MATA PERELLO

President Dr. ARSENIO J. GONZÁLEZ MARTÍNEZ
Catedràtic d'Universitat
INGENIERÍA MINERA, MECÁNICA Y ENERGÉTICA
Universidad de Huelva

Secretari Dr. JOAN JORGE SÁNCHEZ
Titular d'Universitat
FÍSICA APLICADA
Universitat Politècnica Catalunya

Vocals Dr. PAUL CESAR CARRIÓN MERO
Professor Titular

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Dr. ENRIQUE ORCHE GARCÍA
Catedràtic d'Universitat
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
Universidad de Vigo

Dr. GÉRARD VERRAES
Investigador Jubilat

ÉCOLE DES MINES D'ALÈS

Suplents Dr. JOSEP FONT SOLDEVILA
Professor Titular d'Escola Universitària
INGINYERIA MINERA I RECURSOS NATURAIS
Universitat Politècnica Catalunya

Dr. JOSEP M. CASAS SABATA
Catedràtic d'Escola Universitària
INGINYERIA MINERA I RECURSOS NATURAIS
Universitat Politècnica Catalunya

Aquesta designació s'ha de comunicar a tots els interessats en el procediment.

Barcelona, 13/06/2008

La Presidenta de la Comissió de Doctorat

Anna Maria Sastre Requena
(P.D.)(Resol. 797/2006)

A aquellos que comprenden y forjan el camino,
A aquellos que no tienen camino,
A aquellos que integran y son sistémicos en el territorio,
A aquellos que toman decisiones para que sean más altruistas,
A aquellos enamorados y luchadores por un mundo donde seamos más humanos.

Cualquiera, pues, que me oye estas palabras, y las hace, le compararé a un hombre prudente, que edificó su casa sobre la roca. Descendió lluvia, y vinieron ríos, y soplaron vientos, y golpearon contra aquella casa; y no cayó, porque estaba fundada sobre la roca. Pero cualquiera que me oye estas palabras y no las hace, le compararé a un hombre insensato, que edificó su casa sobre la arena; y descendió lluvia, y vinieron ríos, y soplaron vientos, y dieron con ímpetu contra aquella casa; y cayó, y fue grande su ruina. y cuando terminó Jesús estas palabras, la gente se admiraba de su doctrina. Mateo 7, 24 – 28.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS

AGRADECIMIENTOS

En estos años muchas personas, situaciones y experiencias me siguen aportando mucho en lo personal y profesional. Creo que sería muy difícil incluir aquí todas las personas, ya que el listado sería interminable; sé que omitiré sin prejuicio algunos de ellos y no podré incluir a otros que seguirán aportando. Para aquellos que no escriba sus nombres acá presento mis más sinceras excusas y mi aprecio.

Quisiera expresar mi profunda gratitud, respeto y admiración a mi director Profesor Josep María Mata-Perelló por su tesón, constante motivación, oportunidad, paciencia, orientación y amistad. Ha sido un gran ejemplo para seguir; entre muchas de sus frases celebres, la cosa es “dura y dura”. También expreso mis recuerdos, admiración, agradecimientos a los profesores de la Universidad de Tokio en Japón, Tetsuya Shoji y Hiroaki Kaneda con quienes inicié el proyecto de investigación, cursos y seminarios.

Agradecer inmensamente mi compañera de vida Liliana Betancurth por su amor y permanencia; a mis padres que han perseverado en el tiempo con su amor, su franqueza y gran ejemplo, hermanos, familiares y amigos que se convirtieron en una fuente constante de motivación, ayuda y tolerancia.

En forma institucional tuve un gran apoyo de INGEOMINAS, de la Universidad Nacional de Colombia, del CYTED, entre otras. Personas como Adolfo Alarcón, Ricardo Viana, Elkin Velásquez, Antonio Romero, Cristina Ramírez, Paúl Carrión, Manuel Builes, Ricardo Smith, Angela Marulanda, María Victoria Vélez, Angela Mejía, Horacio Sierra, Juan Manuel Vélez, Oscar Jaime Restrepo, Mechas, Las Glorias, entre otros, de los cuales sentí su apoyo y empuje.

Fui afortunado de iniciar en Japón y de complementar y finalizar el curso de doctorado completamente en Cataluña. Fuero años de gran experiencia, de salidas de campo por la profunda España, algunas científicas, y otras culturales, que quizás se conviertan en lo mejor para recordar en el corazón. Personas como Catalina Restrepo, Albert Bosch, Llúcia Reixach, Enrique Orche, Arsenio González, Roberto Villas-Boas, Eduardo Rodríguez, Paloma Belenguer, Vicente Cardona, Raúl Osorio, Joaquín Sanz, Juan Jorge, Pura Alfonso, David Parcerisas, Martha Gálvez, Guillermo García Ladrón de Guevara, Marta Casarramona, Clara, Eva, Eloi Virgili, entre otros, me ayudaron y compartimos momentos muy agradables.

Expreso mi aprecio y estimación a muchas personas, incluyendo profesores, empleados y estudiantes de la Universidad Politécnica de Cataluña, de la Universidad Nacional de Colombia, de la Universidad de Tokio y de otras universidades españolas y colombianas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. ELEMENTOS CONCEPTUALES INDISPENSABLES.....	5
1.1. ANTECEDENTES DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.....	7
1.2. EL PORQUÉ DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ORDENACION DE USO DEL TERRITORIO.....	15
1.3. HERRAMIENTAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	16
1.4. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.....	18
1.5. RESULTADOS QUE SE PUEDEN ESPERAR.....	18
2. CONSIDERACIÓN DEL MEDIO FÍSICO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	19
2.1. ESTRUCTURACION DEL MÉTODO.....	20
2.1.1 <i>Conceptos generales sobre la consideración del medio físico en el ordenamiento ambiental.....</i>	<i>20</i>
2.1.2 <i>Estructuración del método.....</i>	<i>24</i>
2.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL MEDIO FÍSICO.....	28
2.3. CONTROL Y COMPLEMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN CON TRABAJO DE CAMPO.....	29
2.4. ELABORACIÓN DEL MAPA DE GEOPOTENCIAL.....	33
2.5. LA DEMANDA AMBIENTAL.....	34
2.6. CAPACIDAD DE ACOGIDA.....	35
2.7. ESCENARIOS DE USO DEL TERRITORIO.....	36
2.8. REALIZACIÓN DE TALLERES CON PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	38
2.9. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA.....	38
3. EL PLAN Y LA GESTIÓN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (OT).....	39
3.1. ETAPA DE DIAGNÓSTICO.....	40
3.1.1 <i>Primer nivel: fase descriptiva.....</i>	<i>41</i>
3.1.1.1 El sistema natural.....	44
3.1.1.2 El sistema antrópico.....	50
3.1.2 <i>Segundo Nivel: Fase analítica.....</i>	<i>58</i>
3.1.2.1 Valoración del potencial.....	59
3.1.2.2 La Demanda Ambiental.....	68
3.1.2.3 Capacidad de acogida.....	71
3.1.2.4 Conflictos ambientales.....	76
3.1.3 <i>Tercer nivel: Fase de síntesis.....</i>	<i>78</i>
3.2. ETAPA DE PROSPECTIVA.....	79
3.2.1 <i>Prospectiva territorial.....</i>	<i>79</i>
3.2.2 <i>Tipos de escenarios.....</i>	<i>80</i>
3.2.2.1 Escenarios factibles y deseados.....	83
3.2.3 <i>Formulación del plan de ordenamiento territorial.....</i>	<i>86</i>
3.3. LA GESTIÓN AMBIENTAL.....	87
3.3.1 <i>La Gestión del Plan de Ordenamiento Territorial.....</i>	<i>87</i>
3.3.1.1 Etapa de aplicación.....	88
3.3.1.2 Etapa de seguimiento o monitoreo y control.....	89

4. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS POTENCIALES.....	90
4.1 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL GEOMORFOLÓGICO	90
4.1.1. <i>Potencial científico y educativo</i>	90
4.1.2. <i>Potencial paisajístico</i>	92
4.2 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL EDAFOLÓGICO	96
4.3 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	99
4.3.1. <i>Evaluación de la cantidad</i>	99
4.3.2. <i>Evaluación de la calidad</i>	102
4.3.2.1. <i>Índice de calidad de agua cruda para consumo humano</i>	103
4.4 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DE LAS ZONAS CON POTENCIAL DE RECARGA DE ACUÍFEROS.....	114
4.5 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL RECURSO MINERO	117
4.6 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL BIOPOTENCIAL	118
4.7 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL SUBSISTEMA SOCIAL.....	121
4.8 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL SUBSISTEMA ECONÓMICO.....	125
4.9 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL SUBSISTEMA ARTIFICIAL.....	127
4.9.1. <i>Infraestructura de transportes</i>	129
4.9.2. <i>Infraestructura de servicios públicos</i>	129
4.9.3. <i>Infraestructura de equipamiento comunal</i>	129
4.9.4. <i>Infraestructura de producción</i>	130
4.9.5. <i>Infraestructura de residencia</i>	130
5. APLICACIÓN DE CASOS	131
5.1 BASES FÍSICAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA	132
5.1.1. <i>Antecedentes, objetivos y localización de la zona de estudio</i>	132
5.1.2. <i>Metodología del Medio Físico</i>	135
5.1.3. <i>Evaluación del Medio Físico</i>	136
5.1.3.1. <i>Evaluación del recurso geomorfológico</i>	136
5.1.3.2. <i>Evaluación del potencial del recurso minero</i>	138
5.1.3.3. <i>Evaluación del potencial del recurso suelo</i>	141
5.1.3.4. <i>Evaluación del potencial del recurso agua</i>	141
5.1.3.5. <i>Restricciones geológicas</i>	142
5.1.3.6. <i>Restricciones ecosistémicas</i>	146
5.1.4. <i>Análisis y clasificación del geopotencial</i>	148
5.1.5. <i>Capacidad de acogida del territorio</i>	152
5.1.6. <i>Escenarios de uso del territorio</i>	159
5.1.6.1. <i>Prospectiva territorial</i>	159
5.1.6.2. <i>Planificación territorial</i>	164
5.1.6.3. <i>Escenarios de uso del territorio para el Departamento de Cundinamarca</i>	164
5.1.7. <i>Conclusiones</i>	168
5.2 BASES PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE LA PEÑA ...	172
5.2.1. <i>Antecedentes, objetivos y localización de la zona de estudio</i>	172
5.2.2. <i>Diagnóstico del municipio de La Peña</i>	174

5.2.2.1	Fase descriptiva.....	174
5.2.2.2	Fase analítica.....	183
5.2.3	<i>Demanda ambiental</i>	201
5.2.3.1	Demanda del sistema natural.....	201
5.2.3.2	Demanda del sistema antrópico.....	202
5.2.4	<i>Conflictos ambientales</i>	203
5.2.4.1	Conflictos del sistema natural.....	203
5.2.4.2	Conflictos del sistema antrópico.....	206
5.2.5	<i>Capacidad de acogida</i>	208
5.2.5.1	Conclusión.....	210
5.2.6	<i>Etapas de prospectiva territorial</i>	214
5.2.6.1	Diseño de escenarios.....	214
5.2.7	<i>Formulación del plan de ordenamiento territorial</i>	219
5.2.7.1	Programas y proyectos.....	219
5.2.7.2	Conclusiones.....	219
5.3	PARQUE MINERO AL SUR DE BOGOTÁ	221
5.3.1	<i>Antecedentes, objetivos y localización de la zona de estudio</i>	221
5.3.2	<i>Metodología</i>	224
5.3.3	<i>Potencial geológico-minero</i>	227
5.3.4	<i>Caracterización geomorfológica</i>	232
5.3.5	<i>Análisis del potencial ambiental</i>	233
5.3.6	<i>Análisis de sensibilidad ambiental</i>	235
5.3.7	<i>Análisis de capacidad de acogida</i>	238
5.3.8	<i>Análisis de conflictividad</i>	239
5.3.9	<i>El análisis de potencial socioeconómico</i>	240
5.3.10	<i>Modelos de distribución interna del parque minero y las alternativas tecnológicas</i>	240
5.3.11	<i>Análisis integral de alternativas para la localización del parque minero industrial</i>	243
5.3.12	<i>Conclusiones</i>	247
6.	CONCLUSIONES	249
7.	RECOMENDACIONES	253
8.	BIBLIOGRAFÍA	255



LISTA DE FIGURAS

1	Esquema general del ordenamiento ambiental e inclusión del medio físico.....	17
2	Sistemas del territorio.....	20
3	Importancia del medio físico en la planificación ambiental del territorio.....	21
4	Esquema general de la consideración del medio físico en el ordenamiento ambiental.....	26
5	Principales elementos para la evaluación del geopotencial.....	27
6	Esquema metodológico para la evaluación del geopotencial.....	32
7	Esquema del plan de OAT.....	40
8	Fases del diagnóstico.....	41
9	Sistemas y componentes para el análisis del Plan de OAT.....	43
10	Subsistemas y componentes del sistema natural.....	46
11	Esquema de los componentes y variables del subsistema social.....	52
12	Esquema de componentes y variables del subsistema económico.....	58
13	Esquema metodológico para la evaluación del potencial geomorfológico científico-educativo.....	91
14	Esquema metodológico para la evaluación del potencial geomorfológico paisajístico.....	93
15	Esquema metodológico para la valoración y caracterización del recurso suelo.....	97
16	Esquema para el análisis de las áreas de alta y muy alta sensibilidad ecosistémica.....	146
17	Esquema metodológico para la determinación de la capacidad de acogida.....	152
18	Localización del municipio de la Peña.....	172
19	Municipios de Cundinamarca y ubicación del municipio de la Peña.....	173
20	Cantera en el sector El Volador.....	181
21	Localización área de estudio.....	223
22	Localización de sectores de estudio.....	223
23	Metodología Geopotencial.....	224
24	Unidades de Integración.....	225
25	Mapas de potenciales edáficos e hídricos.....	226
26	Bloques Geológico-Mineros.....	228
27	Ventanas de aceptación.....	230
28	Modelos de distribución interna del Parque Minero.....	242
29	Alternativas de localización del parque Minero-Industrial.....	247

LISTA DE TABLAS

1	Síntesis de los componentes, variables e indicadores propuestos en la valoración del geopotencial.....	23
2	Preguntas sociales y dimensiones de valor según Velázquez 1999.....	31
3	Ejemplo ilustrativo de matriz de capacidad de acogida de usos del territorio.....	36
4	Criterios utilizados para la elaboración de escenarios de uso del territorio.....	37
5	Variables de la demanda ambiental.....	70
6	Matriz de categorías de ordenamiento.....	84
7	Matriz DOFA.....	86
8	Valores propuestos para los indicadores utilizados en la evaluación del potencial geomorfológico científico-educativo.....	92
9	Coefficientes de ponderación propuestos para los indicadores considerados en la valoración del potencial científico-educativo.....	92
10	Valores propuestos para los indicadores utilizados para la evaluación del potencial paisajístico.....	95
11	Coefficientes de ponderación propuestos para los indicadores considerados en la valoración del potencial paisajístico.....	96
12	Criterios utilizados para la valoración del recurso suelo.....	98
13	Parámetros seleccionados para evaluar el IGC con su factor de importancia.....	107
14	Ecuaciones para determinar los índices de calidad para el parámetro j	107
15	Clasificación del agua cruda para consumo humano de acuerdo al índice global de calidad, IGC.....	109
16	Clasificación de aguas para riego de acuerdo a la conductividad eléctrica.....	110
17	Valores de RAS para clasificación del agua.....	111
18	Índice de calidad de agua para riego.....	113
19	Rangos y valores asignados al factor de porosidad primaria (Según Custodio & Llamas, 1983).....	115

20	Rangos y valores de densidad de fracturamiento.....	115
21	Clasificación textural de los suelos.....	116
22	Clasificación cualitativa del potencial de recarga en función del grado de permabilidad de los materiales geológicos.....	116
23	VARIABLES, subvariables y pesos para la valoración del potencial minero	118
24	VARIABLES, porcentajes y criterios utilizados en la valoración del subsistema biótico.....	120
25	Componentes, variables, subvariables e indicadores propuestos para la valoración del subsistema social.....	123
26	Valoración del recurso minero para el departamento de Cundinamarca.....	138
27	Criterios para el establecimiento de las áreas con potencial relevante.....	149
28	Valoración de la influencia de los aspectos evaluados en los usos del territorio.....	153
29	Valores del potencial predominante.....	154
30	Matriz de capacidad de acogida.....	157
31	Sitios de interés geoturísticos.....	179
32	Valoración del potencial geomorfológico científico-educativo del municipio de la Peña, Cundinamarca.....	185
33	Potencial geoturístico.....	186
34	Potencial del componente minero.....	192
35	Valoración del potencial florístico del Municipio de la Peña, Cundinamarca.....	195
36	Resumen valoración del subsistema social del Municipio de la Peña, Cundinamarca.....	198
37	Valoración del subsistema económico del municipio de la Peña, Cundinamarca.....	199
38	Valoración del subsistema artificial del municipio de la Peña, Cundinamarca.....	200
39	Resumen valoración componentes del sistema artificial.....	200
40	Categorización de los conflictos de uso de suelo.....	204
41	Valoración de la incidencia de los aspectos evaluados en los usos del territorio.....	209
42	Potencial predominante.....	211
43	Matriz de capacidad de acogida para el municipio de la Peña, Cundinamarca.....	211
44	Resumen de la capacidad de acogida.....	226
45	Resumen programas y proyectos.....	219

46	Potencial predominante de los recursos evaluados.....	226
47	Resultados del cálculo de recursos.....	229
48	Valoración del potencial geológico minero.....	232
49	Potencial predominante de los recursos evaluados.....	235
50	Matriz de Capacidad de acogida.....	238
51	Tolerancia de los usos del territorio con la actividad minero industrial.....	239
52	Conflictos de las diferentes actividades desarrolladas en el territorio con el uso minero industrial.....	241
53	Caracterización de criterios para la selección de alternativas de localización espacial.	245
54	Matriz de integralidad.....	244

LISTA DE MAPAS

1	Mapa de localización.....	134
2	Unidades de gran paisaje.....	137
3	Zonas con potencial minero.....	140
4	Zonas de interés para generación de energía.....	143
5	Zonas de recarga potencial.....	144
6	Restricciones geomorfológicas por fenómenos de inestabilidad.....	145
7	Áreas pertenecientes al sistema de parques nacionales y áreas protegidas.....	147
8	Unidades de geopotencial.....	150
9	Mapa de geopotencial.....	151
10	Capacidad de acogida.....	158
11	Uso actual	163
12	Conflictos	165
13	Propuesta de escenario 1	167
14	Propuesta de escenario 2.....	169
15	Propuesta de escenario 3.....	170
16	Mapa geológico del municipio de la Peña.....	175
17	Mapa geomorfológico del municipio de la Peña.....	177
18	Zonificación de la susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa, zonas urbanas.....	178
19	Potencial geomorfológico, geoturístico y educativo-científico.....	187

20	Restricciones por amenazas geológicas.....	188
21	Potencial del recurso hídrico subterráneo.....	191
22	Potencial del recurso minero.....	193
23	Potencial del subsista biótico.....	196
24	Conflictos de uso del suelo.....	205
25	Capacidad de acogida.....	213
26	Escenario Tendencial 1.....	216
27	Escenario Tendencial 2.....	218
28	Unidades geomorfológicas.....	234
29	Capacidad de uso de la tierra.....	236
30	Mapa de Sensibilidad Ambiental.....	237

RESUMEN

El ser humano con su inteligencia y conocimiento debería ser un elemento clave en el logro de un mejor desarrollo sostenible. Son evidentes los casos en que por desconocimiento o por omisión, se han desaprovechado o esterilizado los recursos naturales o no se han prevenido ni manejado adecuadamente los desastres naturales. El subsuelo y sus procesos tienen así implicaciones dentro del ordenamiento del territorio, con un sinnúmero de variables que generalmente son difíciles de cuantificar, ponderar e integrar.

Se han hecho muchos intentos de diseños metodológicos para abordar el tema del ordenamiento territorial. En este documento se presenta una propuesta integral considerando con mayor relevancia al subsuelo más los aspectos bióticos y antrópicos.

Este documento titulado "*Consideración del subsuelo en el ordenamiento territorial*" es una propuesta metodológica para la gestión del ordenamiento territorial de las regiones, haciendo énfasis en el subsuelo. Se demuestra como éste ocupa un papel determinante dentro de los criterios de construcción de propuestas, escenarios y finalmente en el desarrollo humano. Tres casos de estudios son desarrollados.

Se tienen varias metodologías e infinidad de casos dentro del estado del arte que se revisó para el ordenamiento territorial. Mucho de lo reportado hace hincapié en lo urbano, turístico, económico, legal, político, cultural, entre muchas variables. Sin embargo, el subsuelo, la geología, los recursos minerales y las restricciones naturales allí presentes, son poco considerados en la mayoría de planes, metodologías y sobre todo en los casos de estudio. Esas son razones para proponer una metodología que haga énfasis en el subsuelo y que no solo se quede en lo conceptual, sino que se muestre con ejemplos concretos.

El subsuelo estaría conformado por los recursos minerales e hídricos subterráneos, y también por las restricciones naturales, como la sismicidad, los volcanes, y deslizamientos, entre otros. Ello a su vez tiene implicaciones con la edafología, con las geoformas, con la geografía, con lo biótico (flora y fauna) y lo antrópico (poblacionales, educación, salud y cultura). Así que podría evidenciarse que considerar el subsuelo es fundamental dentro de cualquier proceso de ordenamiento del territorio.

El subsuelo debería estar siempre presente dentro de las variables a considerar, ya que representa el largo plazo. El hecho de que algunos proyectos, ciudades, y regiones hayan sido planificados u ordenados sin considerar el subsuelo, y no

hayan tenido incidentes, no quiere decir que sean correctos. Se tiene el caso de ciudades o regiones planificadas que después de varias décadas han sido arrasadas por deslizamientos, flujo de lodos, actividad sísmica, o simplemente no dispongan de materiales para la construcción, agua para consumo o energía.

El propósito de este documento es el de presentar una metodología de ordenamiento territorial integral, holística, soportada en el subsuelo, que involucre diversos componentes y variables como el medio físico, biótico y antrópico.

En la metodología se presenta un dimensionamiento de cómo las diferentes variables puede ser medidas, correlacionadas e integradas jerárquicamente con el fin de ir construyendo indicadores del geopotencial, biopotencial y el sociopotencial. Posteriormente se puede estimar la capacidad de acogida de un territorio frente a diferentes usos y a sus potenciales. Se van generando indicadores integrados frente a los diferentes conflictos ambientales y con los conocimientos de las personas que intervienen en los procesos de planificación y desarrollo, se pueden construir diferentes escenarios de ordenamiento territorial.

La metodología se aplica para tres regiones en Colombia. La primera es una región de carácter amplio y diverso en cuanto a los aspectos geográficos, humanos y culturales, como lo es el Departamento de Cundinamarca, con más de 20 mil km² de área, donde el componente físico tiene una mayor consideración. Un segundo caso es considerado a nivel más local, donde los diferentes componentes del sistema son tratados, haciendo énfasis en lo social y cultural hasta construir escenarios de desarrollo a nivel del municipio de La Peña. Y el tercer caso, es una propuesta para el ordenamiento de la minería de arcillas en la ciudad de Bogotá, donde se trata de racionalizar el uso del recurso mineral, haciéndolo en las zonas con mayor potencialidad y sin tanta dispersión en el territorio, haciéndolo compatible con otras demandas de uso del suelo principalmente.

En los tres casos se parte de información del territorio, se estiman los diferentes potenciales y las restricciones, se determinan las capacidades de acogida, involucrando los diferentes actores, comunidades, políticos, y profesionales interdisciplinarios; además, se proponen diferentes escenarios de ordenamiento territorial, acorde con principios de alto consumo, de conservación o de sostenibilidad de la naturaleza.

Esta metodología presenta algunas limitaciones y requiere ciertos ajustes para que tenga un mayor impacto en la sociedad civil; las limitaciones son más que todo de carácter político, ya que por más planteamientos objetivos que se hagan, la toma de decisiones está influenciada por los sentimientos, las presiones, los compromisos, y el ego. Sin embargo, se espera que esta contribución mas técnica desde las geociencias y los recursos naturales tenga una mayor relevancia en el desarrollo de la comunidad humana mundial.

ABSTRACT

Human being with their intelligence and knowledge should be a key factor to achieve a better sustainable development. There are obvious cases which many resources have been sterilized due to decisions without non appropriate information or its omission, and natural hazards had had no prevention and even adequate management. The subsoil and its process have implications in the land use planning, with several variables that are difficult to quantify to average and to integrate when land use planning of the regions is made.

Many methodological designs have made to approach the land use planning. This document tries to give a holistic proposal with more relevance to the subsoil, biotic and anthropogenic factors.

This untitled document "Consideration of subsoil in the land use planning" is a methodological proposal for the regional management and planning for the regions with emphasis on the subsoil. It is demonstrated how subsoil has an important role when is used as a criteria to construct proposals, scenarios and human development. Three study cases are analyzed.

There are several methodologies and infinity cases according to revised state of the art. Most of the reported does emphasis in urban, tourism, economy, legal and cultural among many variables. However subsoil, geology, mineral resources and natural hazards are few considered in most of plans, methodologies and study cases. These are reasons to propose a methodology with main emphasis in the subsoil, not only in conceptual terms, but with concrete equations and examples.

Subsoil could be conformed by the mineral and groundwater resources and by the natural restrictions, such as the seismicity, volcanoes and landslides. All of these features have also some implications into the edaphology, geoforms, geography, biota (flora and fauna) and the anthropogenic matters (population, education, health and culture). In this way, the subsoil is a fundamental aspect in any territorial management process.

Subsoil should be included within the set of variables to be considered. It represents de long term. The fact than some projects, cities and regions have been planned and ordered without considering the subsoil and any incident has occurred; does not mean that this is correct. In spite of the previous considerations, the-cases of planned cities or regions are know, and after several decades have been devastated by landslides, floods, seismic activity, or simply they do not have building materials, water to consumption or energy.

The purpose of this document is to show an integral, holistic methodology based in the subsoil, whose involve several and diverse components and variables such as the environment, biota and anthropogenic.

The methodology shows a background of how the different variables can be measured, correlated and integrated hierarchically with the purpose of build indicators of the geopotential, biopotential and sociopotential. Subsequent, the carrying capacity of the territory for the different uses and to their potentials can be estimated. Integral indicators commence to be generated to respect of the different environmental conflicts and with the knowledge of the people who takes part in the processes of planning and development, different scenarios of environmental land use planning may be constructed.

The methodology is applied for three regions in Colombia. First region is of huge and diverse character in the geographic, human and cultural aspects, as the Department of Cundinamarca, with and area more than 20.000 km², in which the physical component has a greater relieveance. A second case is considered as a local level, which the different components of the system are treated, making emphasis in the social and cultural matters to construct scenario of development in the La Peña municipality. The third case is a proposal for the ordering of the clay mining in the city of Bogotá, to rationalize the use of the mineral resource, doing it in the zones with greater potentiality and without much dispersion in the territory, doing it compatible with other use demands of the soil.

The existent information of the territory is used for the three cases. The different potentials and restrictions are assessed, the carrying capacity is also determined, involving the different actors, such as the communities, politicians, and interdisciplinary professionals. Different scenarios of land use planning are proposed, according to the high consumption, conservation or sustainability principles for the nature.

This methodology presents some limitations and requires certain adjustments to have a greater impact in the civil society. The limitations are mainly of the political character, because besides to many clear proposals, the decision making is influenced by the feelings, the pressures, the commitments, and the ego. Nevertheless, it is hope that this technical contribution from the geosciences and natural resources has a greater relevance in the development of the world-wide human community.

Introducción

INTRODUCCIÓN

El ser humano tiene señales claras de que debe ajustar sus patrones de comportamiento y del uso de los recursos naturales. Innumerables cumbres, coloquios, movimientos espirituales, entre otros, hacen llamados de atención para que la dinámica humana se oriente hacia un desarrollo más sustentable. Un instrumento que contribuya a este fin es una metodología capaz de considerar la mayoría de las variables, con su coherencia e intercambio; y que permita arrojar unos indicadores, unos escenarios y unos planes de uso del territorio dinámicos, acorde con la demanda social y su capacidad.

Actualmente existen diversas teorías, modelos, conceptos, autores, que tanto en la comunidad internacional como local han hecho propuestas para la ordenación ambiental del territorio. Muchas de ellas se quedan en conceptos, en planteamientos, y en modelos que se simplifican demasiado con el fin de entregar un número o un resultado y que finalmente, al hacer la regresión al problema planteado, poco o nada reflejan una correlación.

Un intento que se hace en este documento, es el de mirar cuál sería esa metodología que pudiese mirar integralmente el territorio, sus interrelaciones, sus procesos y que de una manera técnica y a la vez práctica, inclusive sin tener la información requerida en forma detallada, pueda conducir a planes y escenarios de planeación territorial más realistas.

Más que generar nuevas herramientas para la planificación del desarrollo, se propone un *modelo holístico* para abordar la planificación del uso, manejo y ocupación local del territorio, considerándolo como el resultado de una serie de procesos ambientales, económicos, sociales, políticos, institucionales y culturales, donde las regiones son fundamentales para la acción y gestión del estado.

De esta manera, se enfatiza la importancia de incluir la dimensión ambiental como elemento que estructura la relación territorio-población, ya que tradicionalmente ésta se ha dejado de lado en los procesos de planificación. En esta dimensión ambiental la consideración integral del medio físico se convierte en la base para la toma de decisiones en la planificación de escenarios factibles para el desarrollo futuro del territorio.

Existen diversas metodologías para la planificación del desarrollo regional, sin embargo, requieren mayor consistencia y visión holística con el fin de abordar la planificación territorial que sea aplicable en la región, bajo el principio de la *planificación para el desarrollo sostenible*, donde se contemple el componente ambiental no como un sector más, sino como el integrador y orientador de un desarrollo a largo plazo; donde se establezca una estructura de planificación y de gestión a partir de las relaciones entre el sistema natural, el sistema antrópico y su correspondiente entorno.

Una propuesta metodológica inicial fue construida a partir de la revisión bibliográfica, es decir, involucrando la revisión de casos, reuniones de expertos, participación en diversos proyectos. El aporte de esta primera aproximación metodológica consistió en considerar el componente del medio físico en el ordenamiento territorial. La metodología fue calibrada aplicándose a nivel regional, con un carácter participativo multidisciplinario y mediante la construcción de diferentes escenarios, acorde con las potencialidades y restricciones del territorio.

En los municipios o localidades de orden menor, fue posible lograr la aplicación de una metodología operacional y práctica para abordar la planificación territorial, planteando escenarios alternativos de uso del territorio, validados concertadamente con las autoridades y la comunidad local, y finalmente, estructurando pautas de política y estrategia de gestión territorial municipal.

En la propuesta metodológica la dimensión ambiental se concibe como el eje de las relaciones entre el territorio y la población, por lo cual se asume una interacción entre los sistemas territoriales sin dejar de lado la concepción de que el ente regional hace parte de un entorno mayor, con el que se establece una serie de relaciones e interdependencias. Cuando se aborda un caso específico referente al uso de los recursos naturales, entre ellos el minero, es necesario entrar a un análisis más detallado, pues existen conflictos permanentes por el uso del suelo, dadas las presiones humanas y las capacidades y restricciones del mismo territorio.

En un tercer caso, cuando el aparente problema es el uso irracional de los minerales, las arcillas específicamente, es posible entonces integrar los diferentes conflictos por el uso del suelo, las sensibilidades ambientales de cada subsistema, con el ordenamiento de la actividad extractiva y un mejor ordenamiento del territorio.

En cualquiera de los casos es posible entonces ajustar la propuesta metodológica holística y plantear cómo realizar el ordenamiento territorial.

Con el pensamiento sistémico enfocado al territorio, al subsuelo se obtiene una mejor definición y coherencia en los resultados. También prima lo técnico, lo racional, los conceptos y preceptos normalmente formalizados por las sociedades académicas. Pero el desenvolvimiento del territorio depende en gran medida de la comunidad humana y de su cultura, pero quienes toman decisiones y acciones, no siempre se guían con soportes técnicos, es más, en la práctica raras veces los usan.

Ésta es una limitación de la propuesta metodológica, limitación que puede ser disminuida en la medida en que sea mejor difundida, ilustrada con la comunidad objeto del desarrollo, para que los escenarios ambientales sean construidos participativamente y se tenga memoria de los compromisos para el seguimiento y monitoreo de los planes de ordenamiento ambiental territorial.

Elementos conceptuales indispensables

1. ELEMENTOS CONCEPTUALES INDISPENSABLES

Las comunidades humanas interactúan con el **territorio** en el que habitan y lo aprovechan para garantizar su subsistencia por medio de la explotación y uso de sus recursos: suelo, subsuelo, agua, flora y fauna.

Una de las necesidades prioritarias que ha tenido que resolver el ser humano durante su desarrollo ha sido la de encontrar espacios adecuados para establecerse. Espacios que además de tener características físicas apropiadas para garantizar su seguridad ante los fenómenos de la naturaleza, también ofrecieran un acceso a los elementos indispensables que ha requerido para su subsistencia.

La mayor demanda de espacios y territorios, ha sido inducida por procesos acelerados de crecimiento de la población y por las altas tasas de concentración poblacional en los centros urbanos, lo que a su vez genera la explotación desmesurada de recursos naturales.

Estas situaciones han llevado a los países de América Latina y entre ellos a Colombia, a vivir una **crisis ambiental** reflejada en el deterioro de zonas urbanas y rurales, marcadas por problemas como: la ausencia de espacios adecuados para absorber la población en crecimiento, la escasez de agua, el deterioro del suelo por sobreuso o uso inadecuado, el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación de aguas, aire, suelo; y un incremento en la ocurrencia de fenómenos naturales catastróficos —muchos de ellos inducidos por el mismo ser humano.

La problemática ambiental mundial, causada principalmente por la utilización inadecuada que ha hecho el ser humano del territorio y de los recursos naturales, ha conducido a una crisis, que pone de manifiesto la necesidad urgente de **reorientar la interacción hombre-naturaleza**, como medio para garantizar su supervivencia en el planeta.

La consideración del medio ambiente se ha convertido en un factor importante para la calidad de vida y el desarrollo. Este asunto es más crítico cuando la explotación y la transformación de los recursos minerales se llevan a cabo sin incluir otras variables económicas y sociales. Para el desarrollo regional es esencial que los minerales, el agua subterránea, el agua geotérmica y los hidrocarburos estén incluidos en el planeamiento de la utilización del territorio. Estos recursos del subsuelo son los que se olvidan con frecuencia en los planes de desarrollo regional de países en vías de desarrollo.

A esta problemática mundial no escapa Colombia donde la crisis ambiental ha tomado una connotación significativa, reflejada especialmente en la sobreexplotación de los recursos y en el inadecuado uso del territorio, lo que afecta los niveles económicos, sociales y políticos de todo el país.

Estos problemas ambientales son aún más relevantes a nivel municipal y local, en sus áreas urbana y rural, donde se hacen más evidentes y toman mayor importancia los conflictos generados por la escasez y contaminación del agua, el deterioro del suelo, la extinción de los recursos florísticos, faunísticos y minerales y la contaminación del aire, entre otros. Es evidente que la calidad de vida de los pobladores está altamente influenciada por la crisis ambiental, la cual puede ser controlada a tiempo desde la perspectiva municipal como punto de partida para el desarrollo nacional.

En el caso particular de Colombia, la mayoría de los centros urbanos y zonas rurales han sido planificados sin considerar la aptitud o capacidad de uso del medio físico. De manera particular, no se han considerado los recursos del subsuelo y las restricciones y oportunidades geológicas. Ésta situación ha llevado a que continuamente se ocupen áreas con restricciones severas, en las que la ocurrencia de fenómenos naturales ha causado graves daños en la infraestructura y pérdida de vidas humanas. La naturaleza de los daños y la alta periodicidad con que ocurre este tipo de eventos, han hecho que la mayor parte de los esfuerzos investigativos sobre el medio físico, estén centrados en la determinación de las amenazas naturales. Mediante este tipo de investigación se trata de proteger la vida de las poblaciones asentadas en las zonas de riesgo y evitar la destrucción de la infraestructura localizada en ellas.

A la crítica situación ambiental se suman las intenciones políticas por generar soluciones, pero no son claras las herramientas para orientar y planificar el desarrollo sostenible de los municipios aún en el marco de la descentralización. A nivel local no existe claridad sobre la **planificación del desarrollo sostenible** y no se ha dado importancia al **ordenamiento territorial** como estrategia básica de solución, sumado esto a la falta de madurez política e institucional para enfrentar la problemática ambiental como el nudo del problema de desarrollo.

De este modo, **las investigaciones sobre el medio físico** llevadas a cabo en los últimos años, aplicadas a la planificación en zonas urbanas y rurales, se han interesado en su mayoría en la prevención de desastres, mediante la evaluación de las amenazas naturales y la zonificación de terrenos en función de su uso para urbanización (INGEOMINAS, 1989, 1990, 1991,1992; Hermelin, 1990, 1993 Folch 2000, Fujita y Krugman 2004, Millaruelo y Orduña 2004, Wong 2006).

La crisis ambiental actual y toda su problemática (Brundtland, 1988, Conferencia de Río, 1992, Johannesburgo, 2002)), obliga a que el análisis de la **relación hombre-territorio**, requiera ser más amplia en los aspectos físicos del territorio, como los elementos que definen restricciones de uso o amenazas naturales, e incluir aspectos como los **antrópicos** y **bióticos**.

1.1. ANTECEDENTES DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Los problemas ambientales que afectan a Colombia son comunes en todas sus regiones, se presentan aquellos relacionados con fenómenos geológicos, explotaciones mineras, uso inapropiado de las tierras, abastecimiento y contaminación de agua potable y disposición de desechos sólidos, manejo de aguas subterráneas, entre otros, que constituyen manifestaciones del uso inadecuado del medio físico y plantean la necesidad de plantear soluciones tendientes a mejorar el panorama cada vez más agudo de deterioro ambiental, que incide directamente en el desarrollo de la región y en la calidad de vida de la población.

El tema del Ordenamiento Territorial a nivel mundial, ha sido abordado por diferentes autores, haciendo énfasis en diferentes temáticas, y puntos de vista. Entre ellos se incluyen la visión desde lo urbanístico, jurídico, social, financiero, desarrollo, turístico, agrícola, infraestructura, etc.

Millaruelo y Orduña, 2004 tratan la temática de la ordenación del territorio y el desarrollo sostenible, urbanismo; definiendo al territorio como la base física para la actuación financiera. Definen el Ordenamiento Territorial como el *desarrollo equilibrado de la economía*, la calidad de vida, la distribución de usos del territorio, en el cual influyen los planes, criterios, las obras, las políticas y los políticos, el urbanismo, la cultura, la participación ciudadana, el paisaje, la estética, las zonas protegidas, lo agrario, los planes sectoriales versus los integrales.

Para Martínez et al. 2005, afirman que en la práctica, la gestión del territorio se ha hecho con mas énfasis en el urbanismo. Es un asunto de alta simplicidad, pues en su caso al tratarse de un país como Uruguay, de relativa baja extensión y donde más del 80% de la población está concentrada en el espacio urbano, el ordenamiento está relacionado con la arquitectura de las ciudades.

Wong, 2006 hace referencia al tema de las metodologías de construcción y análisis de indicadores cuantitativos, que incluyen algunos indicadores para el planeamiento urbano y regional, los indicadores sociales, el rol de las políticas y los métodos, el urbanismo, la política, y gerencia. Este tema debe considerarse en pleno auge, desde su significado epistemológico, las perspectivas y políticas, y los métodos, con énfasis en lo urbanístico.

De Almeida 2003, encuentra una concordancia entre los temas de planificación y de zonificación, lo cual desarrolló bastante en las áreas urbanas. Así también en la institución de la Dirección General d'Urbanisme, 2001 la actividad urbanística es el tema de mayor importancia en la ordenación del territorio.

Folch et al., 2000 ha realizado muchos ejercicios de ordenamiento y planificación territorial, concentrado en tratar de definir divisiones administrativas de las regiones, en formular políticas constitucionales, en la temática del urbanismo y en buscar instrumentos administrativos que posibiliten el desarrollo.

Enguita et al., 2001, coincide con otros autores, en que el tema del urbanismo ha concentrado la atención de la gestión pública en Europa en el siglo XX y XXI.

En el caso de la ciudad de San Luís, localizada en la provincia del Cuyo, Argentina (Consejo Federal de Inversiones, 1994) el ordenamiento fue de carácter urbano y ambiental, mientras los aspectos rurales se vislumbraron solamente desde el punto de vista agrícola.

Miravittles, 1981 afirma que la planificación y la gestión del espacio urbano va ganando tanta complejidad que se requieren de normativas sistemáticas que se incluyan en los planes generales de la ordenación de áreas metropolitanas, como es el caso de Barcelona. En Colombia, Mora, 1952 concluye que históricamente la planeación se hecho fundamentalmente con base en la arquitectura.

Gerlach, Ronde y Stahl 2002, Florax, 2004, hacen referencia a un ordenamiento alrededor de las zonas industriales.

En Francia, Cemagref, 1994, confirió gran relevancia al tema de la gestión del territorio, al ocuparse principalmente de los asuntos agrícolas, forestales y del agua. En Cataluña, algunos de los elementos de Política Territorial, consagrados en su plan (Departamento de Política Territorial y Obras Públicas (Catalunya, 2005) incluía los siguientes elementos:

- “La definición de las zonas del territorio con características homogéneas según el potencial de desarrollo y de la situación socioeconómica.
- La indicación de los núcleos de población que, por sus características, deberán ejercer una función impulsora y reequilibradora.
- La determinación de los espacios y de los elementos naturales que deben conservarse por motivos de interés general en todo el territorio.
- La definición de tierras de uso agrícola o forestal de especial interés que deben conservarse o ampliarse por las características de extensión, de situación y de fertilidad.
- La previsión del emplazamiento de grandes infraestructuras, especialmente de comunicación, de saneamiento y energéticas y de equipamientos de interés general.
- La indicación de las áreas del territorio en las cuales es necesario promover usos específicos.
- La definición de los ámbitos de aplicación de los planes territoriales parciales que deberán adecuarse a los ámbitos establecidos en la división territorial de Cataluña; se pueden agrupar unidades comarcales, pero en ningún caso pueden dividirse”.

Además, el plan esboza los elementos económicos como estrategia de desarrollo, la gestión de coordinación entre los diferentes sectores, la mejoría en la calidad de vida. En lo territorial habla de urbanismo, zonas industriales, zonas de recreación, agua, energía, infraestructura, zonas de saneamiento, sitios de educación, espacios para la administración, espacios públicos, forestales, agrícolas, protección del medio ambiente para suelos agrícolas y forestales.

El tema de los recursos minerales, aguas subterráneas, espacios subterráneos, no es muy explícito. No obstante, al menos es mencionado el tema de "Elementos Morfológicos, patrimonio histórico y artístico". Allí de alguna manera quedaría haciendo una extrapolación al menos el tema de patrimonio geológico, de lo cual se han hecho varios trabajos (Patrimonio Geológico de Cataluña, 2000).

Lo social constituye un elemento fundamental en la ordenación del territorio. (Gioja, 1984), afirma que el planeamiento territorial y las ciencias sociales están ligadas e incluye la importancia del desarrollo social. Orellana, 2005 indica que los temas de ordenamiento tienen una base fundamental, siendo el gran impacto que produce la incidencia de la base social del territorio en los objetivos de la gestión local y su implicación en la gobernabilidad, lo cual demostró en el caso del área metropolitana de Barcelona.

Interesante también resulta el punto de vista jurídico. Maués y Gómez, 2005 desarrollan una perspectiva histórica y moderna desde el punto de vista jurídico, realizando estudios comparativos entre Brasil y España.

Tarjora y Camagni 2006 involucran criterios sociales y ambientales en las políticas y el gobierno del territorio, además del tema del desarrollo sostenible, el ordenamiento del territorio, la nueva cultura del territorio, la competitividad, y el desarrollo económico.

Estos autores afirman que las regiones rurales, son dueñas de un conjunto de debilidades estructurales que dificultan sus procesos de desarrollo, una escasa productividad, bajos ingresos, cuentan con una población envejecida, déficit en cuanto a los indicadores de bienestar, poca preservación estratégica del entorno y de los espacios protegidos. Proponen el tema de las ciudades cerradas y compactas, la coordinación entre localización de actividades urbanas, infraestructura y transporte como ejes articuladores.

Los aspectos geográficos también han tenido su influencia en la ordenación del territorio. Ordenar para controlar (Herrera, 2002): ordenamiento espacial y control político en las Llanuras del Caribe y en los Andes Centrales Neogranadinos del siglo XVIII se hizo con base en control social, la disponibilidad de agua, la altura (clima), vivienda, administrativo, religioso, y la influencia cultural.

El termino “Regional Geography-Geografía regional (Vaishar, Zapletalová y Punzar, 2003),” es utilizado como ordenación del territorio; el término no es científico, además de ser impreciso. Puede referirse a región, un país, un continente; al cambio climático, a los parques nacionales, la edad de la población.

Capacci 2003, involucra otros temas como el de turismo y el paisajismo, lo cual ha sido un eslabón común en la gestión del territorio, y común en varios países, como Cuba, México, Brasil, España e Italia. Así también coincide Blanquer et al. 2002, quien habla sobre la ordenación y la gestión del territorio desde el punto de vista turístico, jurídico, como patrimonio cultural, los paisajes, los campos de golf, la infraestructura, la ordenación de los espacios turísticos; y cómo el turismo puede permitir el desarrollo regional. Razquin, 2002 aborda el tema del turismo para ejercer una planificación con normativa, una planificación turística y una planificación territorial, una planificación y coordinación, de una planificación independiente de la ordenación, y de la inexistencia de instrumentos. David, 2003 incluso proclama el uso de las canteras para ejercer turismo rural.

Los principios de la planificación territorial han tenido tres grandes épocas en los últimos 50 años (Fujita y Krugman, 2004). La época de la posguerra donde lo fundamental era los ajustes territoriales, el crecimiento de las industrias; viene la globalización de los 80s y finalmente una época iniciada en los 90s donde se pregona el ambiente y la sustentabilidad social. Se plantea la necesidad de trabajar en ser más sistémico, teoría del caos, el análisis multicriterio, investigar mas en infraestructura y transporte, y una economía basada en redes y aglomeraciones.

Folch 2000, se refiere al asunto del Planeamiento y la sostenibilidad, siendo éstos los instrumentos para la ordenación territorial, para los planes de acción ambiental, la división administrativa y política, el urbanismo y la gestión ambiental. Bajo esta perspectiva, el medio natural es el primer condicionante de la estructura territorial, y lo es independientemente de la intervención humana. El medio natural adopta el carácter de estructurante territorial por su particular topografía, la orografía, el clima y la situación geográfica.

Las herramientas hacen su aporte a la planificación y gestión. Gómez y Barredo, 2005, tratan la importancia de los sistemas de información geográfica y de la evaluación multicriterio EMC en la ordenación del territorio, incluyendo evaluaciones multiobjetivo, procesamiento de datos, la búsqueda de localizaciones óptimas para diversas actividades. La pregunta sobre la confiabilidad de estos sistemas, que vienen siendo el “talón de Aquiles” de los SIG. El problema es de los datos en calidad, errores, incertidumbres. Al cambiar los criterios cambian los resultados; la asignación de valores, las puntuaciones dadas a los criterios y parámetros. También son las limitantes, que restringe la disponibilidad de algunas alternativas en función de la actividad evaluada. También son las reglas de decisión Falta trabajar en validar los resultados. Tener claros los objetivos y procesos, para que lo modelado trate de representar lo real. Integra lo raster y lo vectorial, lo cual puede conducir a conocer la capacidad de acogida del territorio.

Muchos de los anteriores aspectos van convergiendo, y autores como Massiris, 2002, Gómez Orea 2002, y Plane 2004, entre otros, plantean metodologías más holísticas incluyendo la discusión, de entendimiento, lo conceptual, lo técnico, el problema de datos, estadísticas, los políticos y el control entre varios factores. Se preguntan por ejemplo si los ejercicios son socialmente aceptados, ó si en lo regional se refiere a indicadores meramente de desarrollo.

Massiris, 2004, afirma que el ordenamiento territorial es una política de Estado y un proceso planificado de naturaleza política, técnica y administrativa, cuyo objeto central es el de organizar, armonizar y administrar la ocupación y uso del espacio, de modo que éstos contribuyan al desarrollo humano ecológicamente sostenible, espacialmente armónico y socialmente justo. El ordenamiento, es además un proceso planificado, multidimensional, coordinado, prospectivo y democrático

Lo anterior pone en evidencia que en el ordenamiento territorial confluyen las políticas ambientales, las políticas de desarrollo regional, espacial o territorial y las políticas de desarrollo social y cultural, cuya naturaleza es determinada por el modelo de desarrollo económico dominante en cada país.

El proceso de ordenamiento territorial del país se ha desarrollado dentro del contexto de la globalización, que caracteriza al actual orden económico internacional, lo que obliga a considerar esta situación en el diseño y formulación de las políticas ordenadoras. La apertura económica lleva consigo procesos de reconversión industrial y agropecuaria que implican la modernización y la relocalización de la población, que de hecho afectan el ordenamiento del territorio, al fortalecer los centros urbanos localizados estratégicamente para la producción y comercialización con el resto del mundo.

A escala departamental o subregional los planes de OT concretan las orientaciones dadas por el nivel regional, poniendo énfasis en los problemas propios del espacio departamental y dan directrices para los planes municipales o locales.

A escala municipal o local se elaboran planes de ordenamiento urbano y planes de ordenamiento rural, sin descuidar las relaciones campo-ciudad. Los planes de ordenamiento urbano buscan organizar y controlar los usos residenciales, comerciales, industriales y recreativos del espacio urbano, así como la expansión futura de las ciudades, los riesgos o amenazas de desastres por fenómenos naturales, el transporte público, la prestación de servicios etc. Los planes de ordenamiento rural se concentran en la organización y control de la localización de actividades agrícolas, extractivas, forestales, industriales, etc., buscando que éstas se desarrollen de manera ecológicamente sostenible. Asimismo, estos planes se proponen elevar las condiciones de vida de la población campesina, la desconcentración de la propiedad sobre la tierra y el acceso a la misma de los pequeños productores, la accesibilidad a centros de mercado, entre otros.

En los planes de ordenamiento territorial se articulan de manera armónica, objetivos de desarrollo económico, social, cultural y ambiental, desde una perspectiva espacial, de lo cual se desprende su carácter multidimensional.

Existe un conflicto con el establecimiento de los objetivos del desarrollo humano sostenible y el uso y ocupación óptima del territorio que hacen parte de los objetivos claves de la política de ordenamiento territorial. Es el conflicto entre conservar los recursos naturales y las condiciones ambientales que requiere el desarrollo futuro del país, Vs. El mantenimiento de un aprovechamiento irracional de estos recursos, propio de las relaciones capitalistas de producción, cuyos costos no incluyen los costos ambientales de tales actividades.

El ordenamiento territorial en el territorio de Colombia, debe tener una tendencia a:

Hacer un uso sostenible de los recursos naturales, apoyado en el control riguroso del uso de la áreas protegidas o de manejo especial establecidas en el país y en la zonificación territorial para asignar usos basados en la aptitud productiva, el contexto social y cultural de cada zona o entidad territorial y en las condiciones económicas presentes.

Realizar una ocupación integral del territorio, estructurando el sistema urbano, en función de la generación de oportunidades económicas acordes a las potencialidades de los recursos naturales existentes y la asignación de roles productivos a los centros urbanos, considerando, además, la adecuada dotación de servicios e infraestructura básica.

Propender por la reducción de los desequilibrios regionales, a través del desarrollo de los potenciales específicos de cada región, departamento y municipio y el fortalecimiento de complementariedades, promoviendo el desarrollo armónico de todo el territorio nacional.

En muchos lugares, el valor de la región natural se mantiene hoy, gracias al interés que ha despertado en las últimas décadas, la racional explotación de los recursos naturales y la conservación de las condiciones de habitabilidad del planeta. El medio natural es uno de los patrimonios más valiosos de las sociedades presentes y futuras y como tal se busca preservar, proteger, recuperar y aprovechar de manera sostenible.

Otros autores o ejercicios de planificación que se mencionan, son el caso de Manson, 2007 quien maneja la temática conceptual de los retos políticos, los patrones y procesos culturales, el escalado, los sistemas humanos y ambientales como el cambio climático global, los usos habituales y los nuevos usos, y estrategias.

Para el territorio catalán (Catalunya, 2006), en la planificación y ordenación del territorio (Programa per al Planejament Territori), se tiene en cuenta los aspectos legales, escenarios demográficos y geográficos, socioeconómicos, áreas de protección, los aspectos urbanos y la infraestructura, entre otros.

Alburquerque 2002, incluye la temática de desarrollo económico territorial, del ordenamiento territorial, de la economía regional, del desarrollo comunitario, de la planificación territorial, de la heterogeneidad económica, de la tecnología, la administración, la descentralización y del desarrollo económico local.

Así pues, luego de dar una mirada al estado del arte actual, se evidencia que muchos autores transcurren por el tema de ordenamiento territorial incluyendo sólo aspectos parciales, o enfatizando en lo político, jurídico, o urbano, entre otros.

Se puede pensar entonces en la reconstrucción e integración de varios elementos que conduzcan a una metodología de ordenamiento territorial a partir de las relaciones entre el sistema natural, el sistema antrópico y su correspondiente entorno, involucrando los recursos ambientales, está el aire, agua, recursos edáficos y geológicos, suelo agrícola, suelo forestal y también las restricciones naturales.

A pesar que desde el punto de vista normativo, administrativo, político y técnico, existe la voluntad para implementar mecanismos que conduzcan al desarrollo sostenible de ciudades y regiones, aún queda mucho por hacer en la concreción de las herramientas que permitirán hacer realidad las ideas de **sostenibilidad**.

Desde la parte técnica, las geociencias han asumido los estudios del medio físico como un elemento básico para lograr el desarrollo urbano y regional de nuestro país y avanzan en la implementación de metodologías que conduzcan al análisis del territorio, considerándolo desde un punto de vista integral, como el soporte de todas las actividades que realiza el hombre y como la fuente de los recursos que este requiere para satisfacer sus necesidades.

En este sentido si se considera integralmente el territorio y se desea su planificación para el desarrollo sostenible, las investigaciones del medio físico deben enfocarse hacia el conocimiento de los recursos que se encuentran en él y sus restricciones de uso, para poder conocer la oferta real o **geopotencial** (Velásquez et al. 1996), que este puede ofrecer para el desarrollo de la población y región de una zona determinada.

De este modo, la aplicación de los estudios del medio físico al **ordenamiento del territorio** está orientada hacia la caracterización y evaluación de las potencialidades y restricciones del territorio, y al conocimiento de las mejores alternativas de uso y aprovechamiento que lleven a su mejor desarrollo.

Conociendo esta oferta del medio físico, el geopotencial del territorio, y proyectando los posibles usos que este puede tener, es decir, la demanda futura, se puede realizar un análisis de los posibles conflictos que pueden surgir entre la aptitud de uso que tiene el territorio y el uso proyectado en él. También se puede analizar la tolerancia de los usos propuestos respecto de la capacidad del medio para acogerlos.

A partir de este análisis se pueden proponer escenarios alternativos de uso del territorio, que integrándolos al análisis de los demás componentes ambientales, los abióticos y antrópicos, son fundamentales para lograr el desarrollo a nivel urbano y regional, haciendo un uso adecuado de los recursos y aprovechándolos sosteniblemente.

Este documento pretende, en el marco de los principios arriba enunciados, proponer otras variables para considerar en el ordenamiento territorial, a partir del análisis del medio físico y de la **integración holística**. Se busca entonces, encontrar la metodología con sus procesos desarrollados y aplicarse a nivel regional, a nivel local o municipal, o de ciudades y de localidades específicas.

Este ordenamiento es propuesto para ser elaborado a partir del análisis de información existente sobre el medio físico en una región definida, mediante la aplicación de algunas funcionalidades de un sistema de información geográfica que permita su actualización una vez identificados claramente los alcances y vacíos inherentes a la información y los estudios del medio físico disponibles actualmente.

Esta herramienta se aplica a tres zonas de Colombia (escala¹ 1: 250.000), haciendo énfasis en los rasgos regionales, que es el caso del Departamento de Cundinamarca, a nivel municipal de La Peña y a un caso local, un Parque Minero Industrial en un sector de Bogotá.

La consideración del medio físico para el **ordenamiento territorial** se concibe bajo una estructura que permita posteriormente su integración con los análisis de los medios biótico y socioeconómico, para proponer el **plan de ordenamiento territorial**. Los escenarios de ordenamiento propuestos a partir del análisis del medio físico serán una herramienta, independiente de las limitaciones inherentes a la calidad de la información disponible, que permitirá a las autoridades regionales avanzar en aspectos tan importantes como:

- Optimización de la gestión ambiental
- Identificación de sitios prioritarios para la inversión ambiental

¹ El concepto de escala se referirá en este documento a la representación gráfica de la densidad de información.

- Coordinación y guía de las poblaciones hacia un ordenamiento territorial a nivel municipal acorde con la visión y contexto más regional
- Identificación de la información técnica prioritaria que debe ser generada en el futuro inmediato para fortalecer la planificación ambiental en aquellos lugares en los que existían vacíos en el conocimiento
- Promoción y liderazgo, en conjunto con las autoridades ambientales, del proceso de planificación ambiental

1.2 EL PORQUÉ DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ORDENACION DE USO DEL TERRITORIO

El concepto de ordenamiento territorial usualmente es entendido rápidamente, no obstante llegar a resultados mediante cálculos objetivos es común y sus resultados pocas veces tenidos en cuenta por los decisores². En ordenamiento, es básico el análisis interdisciplinario de los diferentes elementos y procesos que lo caracterizan, con el objetivo de establecer una visión de conjunto de la problemática existente y ofrecer soluciones acordes con la misma.

Con respecto a las metodologías planteadas como instrumentos para llevar a cabo el ordenamiento territorial, es preciso anotar que su contenido es bastante general, poco integrador, desconoce casi totalmente las relaciones entre el sistema antrópico y el sistema natural y su respectivo entorno, plantean lo ambiental como un elemento más y finalmente siguen manifestando una mayor preocupación por el desarrollo de las zonas urbanas.

El Subsuelo no es considerado integralmente, es decir, involucra el desconocimiento del subsuelo como fundamento de la planificación ambiental. Los recursos minerales, geotérmicos, aguas subterráneas, aguas minerales, oportunidades de almacenamiento, etc. y las restricciones geoambientales permanecen desatendidos en la planificación ambiental.

Esta situación se ve reflejada normalmente en las disposiciones legales que lideran el desarrollo territorial en Colombia a las cuales se ven sometidos todos los procesos de ordenamiento territorial a nivel institucional, sectorial y local. Es decir, en la actualidad todos los esfuerzos relacionados con la planificación del desarrollo municipal y específicamente con el ordenamiento territorial, apuntan hacia el cumplimiento de dichos requerimientos. Estas disposiciones presentan vacíos especialmente en lo que se refiere a la poca importancia que se le da a lo ambiental como la dimensión integradora del desarrollo sostenible y al énfasis que se le infiere a los aspectos urbanos, más concretamente de los atributos físicos de las zonas urbanas, como el eje del desarrollo municipal.

² Decisores: Se consideran todas aquellas personas naturales o jurídicas que tienen un mayor o menor grado de participación en la toma de decisiones. Como ejemplo están los políticos, gobernantes, consejeros, asambleas y representantes a la comunidad

Este panorama permite identificar que si la planificación del desarrollo continúa con esta tendencia, lo ambiental, expresado en las relaciones entre el territorio y la población, seguirá al margen, sin dársele el valor que merece. Además, en cualquier proceso de desarrollo se deben considerar las zonas rurales como sistemas que abastecen a las zonas urbanas, razón por la cual también a éstas debe dárseles la debida importancia.

Han existido esfuerzos de visión y legislación para incluir lo ambiental como recursos biofísicos en la planificación, pero es más reciente la inquietud de integrar la dimensión ambiental en el desarrollo. Es así como se consolida el concepto de “**desarrollo sostenible**” y se amplía el concepto de ordenamiento territorial con el surgimiento del **ordenamiento ambiental territorial**, como una nueva posición frente a la planificación del desarrollo. Ojo colocar las fuentes de estos conceptos.

Frente a esta situación es que se plantea el objetivo de este documento, estableciendo y aplicando metodologías para el **Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial o Municipal**; como el instrumento de planificación que en la actual coyuntura ayuda a establecer con mayor claridad el proceso de ordenamiento territorial desde el nivel regional y local.

En lo que al conocimiento del medio físico se refiere, la información ha sido tradicionalmente producida por Geocientíficos para Geocientíficos. No es raro entonces que en los procesos de planificación del territorio no se hayan incluido convenientemente dichos aspectos y por consiguiente que muchos de los problemas ambientales estén asociados directamente con el desconocimiento o la omisión de los aspectos relativos al medio físico: desastres causados por fenómenos geológicos, pérdida de suelos, agotamiento de recursos hídricos, contaminación, subutilización de posibilidades ofrecidas por el medio natural como los minerales, etc. En la perspectiva de que el proceso de ordenamiento territorial pueda sobreponerse a problemas como estos, se plantea la importancia de un proceso basado en las potencialidades del medio físico.

Un esquema general para ilustrar la interacción de diversas variables, especialmente de demanda y fuente en el proceso del planeamiento de la utilización del suelo con énfasis en el ambiente físico se presenta en la **Figura 1**.

1.3 HERRAMIENTAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Partiendo de la evaluación del medio físico, este trabajo pretende dar las herramientas para el ordenamiento ambiental bien sea de regiones o provincias como de municipalidades y localidades, utilizando una estructura que permita la posterior integración de la evaluación de los medios bióticos y socioeconómico.

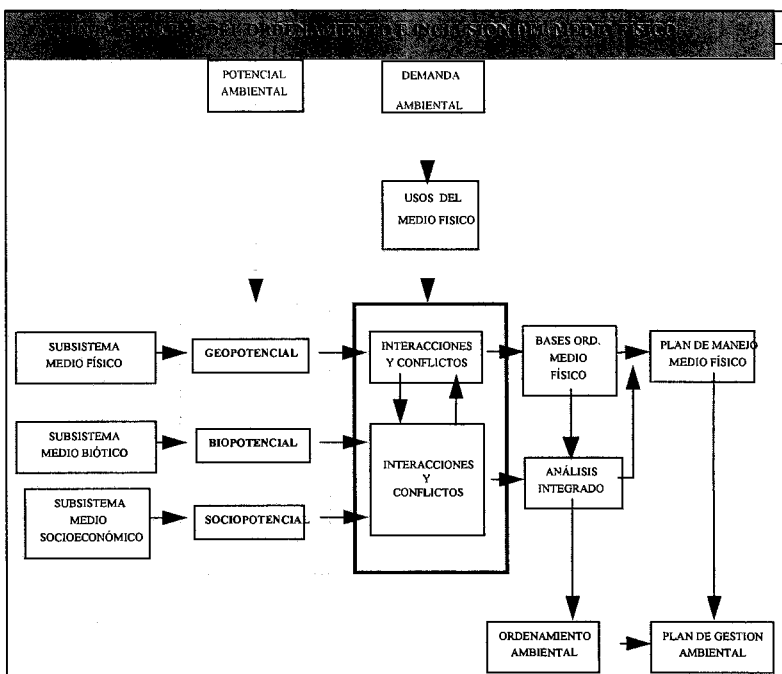


Figura 1. Esquema general del ordenamiento e inclusión del medio físico.

- Realizar un prediagnóstico ambiental de la región.
- Realizar un diagnóstico ambiental regional participativo e impulsar a los actores locales hacia el manejo sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.
- Determinar una metodología de valoración ambiental como eje estructurador de la investigación.
- Plantear escenarios alternativos de uso del territorio y validarlos concertadamente con las autoridades administrativas, ambientales y la comunidad.
- Estructurar propuestas de políticas y estrategias de gestión ambiental regional.

Este documento plantea una serie de posibilidades metodológicas, para abordar la construcción de una serie de elementos que van desde el entendimiento del componente físico, construyendo indicadores de este potencial, denominados **indicadores de neopotencial** que en relación con la demanda ambiental, permite determinar la **capacidad de acogida** de un territorio, planteando diferentes escenarios de prospectiva, luego de superponerles los diferentes opciones de conflictos ambientales.

1.4 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Para el logro de los objetivos definidos se utiliza una metodología que permite, a partir de la recopilación y análisis de información secundaria y primaria, conocer el potencial de los recursos físicos, bióticos y humanos que se presentan en el territorio y de las restricciones que limitan su uso.

De los posibles conflictos entre este potencial y la demanda sobre ellos, se llega a plantear diferentes escenarios alternativos de uso que orienten el desarrollo integral y sostenible de la región. La propuesta integra los aspectos físicos, bióticos, socio-económicos, institucionales, políticos y culturales en las diferentes fases del proyecto y abre un espacio permanente para la participación de los actores locales en las mismas.

La participación de estos actores se concreta a través de la realización de talleres de discusión en la que participen los principales actores y representantes de las zonas urbana y rural, y de las instituciones con jurisdicción en el Municipio. La ejecución de la propuesta se enfoca básicamente hacia el logro de dos productos: la elaboración de la guía metodológica para abordar el plan de ordenamiento territorial, y su aplicación a estudios de caso en una región departamental, otra municipal y en un parque minero industrial.

1.5 RESULTADOS QUE SE PUEDEN ESPERAR

El alcance en la descripción y análisis de cada uno de los componentes del sistema territorial dependerá del tipo, calidad, confiabilidad y del grado de especificación en que se encuentre la información, además de los recursos con que cuenten los municipios para conformar un equipo de trabajo que pueda profundizar en la evaluación de estos componentes.

Esta visión propone soluciones desde la base de los problemas ambientales, en un modelo espacial estratégico de la utilización de la tierra, estructurado después de considerar las necesidades y expectativas sociales. Así pues, en el nivel regional, ese modelo o la metodología estratégica debe ayudar a coordinar planes y proyectos locales.

Se espera una metodología que de una manera sencilla haga posible que los planificadores, gobernadores, alcaldes y autoridades locales incluyan recursos del subsuelo como fuente de ingresos, materias primas, minerales. También para la ubicación estratégica de los rellenos sanitarios, gasolineras, áreas urbanas, dentro de un ambiente con variables físicas, bióticas y socioeconómicas controladas.

El proceso de construcción de dichos indicadores va más allá de la visión naturalista y se inserta en los nuevos conceptos contemporáneos de desarrollo, teniendo en cuenta las expectativas de los actores sociales, en cuanto al territorio se refiere. En este documento se presenta la visión teórica y la aplicación a casos en regiones, sean provincias o departamentos, municipios o localidades y a territorios con actividades mineras muy específicas.

Consideración del medio físico en el
ordenamiento territorial



2. CONSIDERACIÓN DEL MEDIO FÍSICO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La reflexión sobre las formas de organización de las actividades humanas en el territorio conduce al ejercicio de la planificación o del ordenamiento territorial. En países como Colombia, con grandes riquezas naturales, vale la pena preguntarse sobre el lugar que se da a dicha "riqueza natural" como base para la planificación ambiental territorial. También cabe la pregunta de ¿cómo influye la participación social en una metodología de planificación ambiental? Teniendo en cuenta que las metodologías de planificación y ordenamiento responden a una racionalidad particular, debe investigarse sobre la manera de conciliar dicha racionalidad, principalmente técnica-urbana, con visiones culturales propias de los diferentes actores.

En tal sentido una aproximación al concepto de ordenamiento ambiental del territorio, para Colombia y para países similares, se puede plantear como un proceso de organización del espacio y de las actividades territoriales que permite establecer e implementar modelos de desarrollo.

El objetivo básico del ordenamiento territorial es generar herramientas que conduzcan al desarrollo armónico, a través del planteamiento de alternativas de uso y ocupación del territorio que garanticen su desarrollo económico, social, político, institucional, cultural y ambiental.

Para entender el funcionamiento del sistema territorial es fundamental entonces conocer las diferentes relaciones e interrelaciones que existen entre las variables que inciden en el desarrollo. El territorio puede considerarse como un sistema complejo conformado básicamente por dos subsistemas: el sistema natural y el sistema antrópico (Véase Figura 2) y sus interrelaciones. Estos subsistemas a su vez integran y relacionan las variables del desarrollo: lo ambiental, lo económico, lo social, lo político, lo institucional y lo cultural.

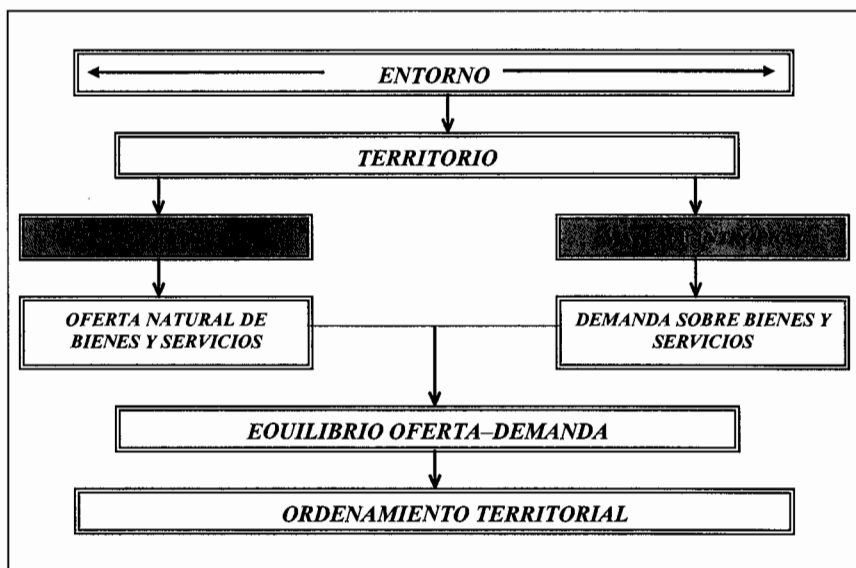


Figura 2. Sistemas del territorio.

Las relaciones e interdependencias entre los el sistema natural y el antrópico, se explican como un asunto de oferta y demanda. El sistema natural representa la oferta natural de bienes y servicios, mientras que el sistema antrópico ejerce una demanda sobre los bienes y servicios del sistema natural.

2.1 ESTRUCTURACION DEL MÉTODO

Con el fin de lograr un mayor entendimiento sobre los conceptos y el método empleado para desarrollar el presente documento, se dan a continuación algunas definiciones de los términos generales relacionados con el medio físico, y se presentan los fundamentos básicos que estructuran el método utilizado para abordar la propuesta.

2.1.1 Conceptos generales sobre la consideración del medio físico en el ordenamiento ambiental

Medio físico: Se entiende como el subsistema del medio ambiente conformado por los materiales, procesos y formas terrestres del suelo y subsuelo de composición predominantemente abiótica: suelo, roca, agua, aire y paisaje, en cuanto a percepción del medio. En este medio tienen lugar una serie de procesos endógenos y exógenos que involucran tipos naturales de energía: gravitacional, solar, energía interna de la Tierra y otras, incluyendo las modificaciones

resultantes de la acción biológica y humana. Para efectos del ordenamiento ambiental, el medio físico debe entenderse como fuente de recursos, soporte de actividades, receptor de residuos y generador de amenazas naturales.

Como *recurso*, el medio físico es la fuente de las materias primas que el hombre utiliza o transforma en beneficio propio. Para esto, se deben conocer cuales son esos recursos, su ubicación, la manera de aprovecharlos, etc. Respecto a la condición de *soporte* de actividades, el medio físico debe ser usado teniendo en cuenta su capacidad de acogida. Como *receptor* de productos no deseados o desechos, el medio debe ser estudiado de acuerdo con su capacidad de asimilación. Finalmente, como generador de amenazas es necesario conocer la distribución espacial y temporal de fenómenos como: sismos, movimientos de vertiente, avenidas torrenciales, inundaciones, etc.

Desde un punto de vista global, de planificación estratégica y de políticas ambientales, la consideración del medio físico puede llegar a tener una importancia capital, sobretodo en países que como Colombia han expresado tradicionalmente muchas de las expectativas de desarrollo en sus recursos naturales (Samper, 1991).

La relación entre el medio físico y el sistema socio-cultural resulta esencial en el análisis de modelos territoriales expresados en función de la organización espacial de actividades territoriales (Véase Figura 3) en la medida en que el medio físico es soporte de actividades sitio de implantación, generador de recursos –fuente–, generador de paisajes –escena natural–, geotopo –soporte de vida–, receptor de desechos –receptor–, generador de peligros –amenaza natural–.

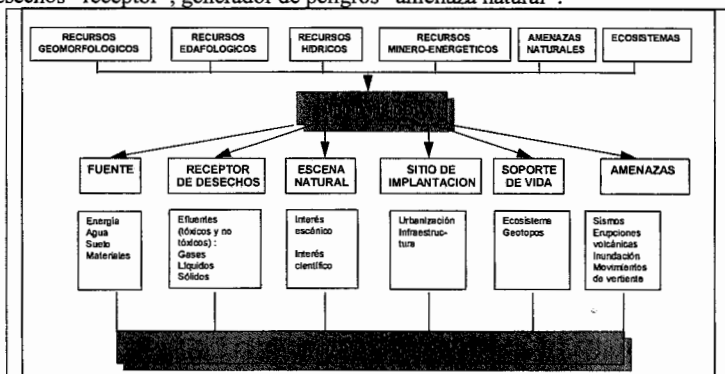


Figura 3. Importancia del medio físico en la planificación ambiental del territorio.

Como fuente de recursos: agua, suelo, minerales. Como sitio de implantación de infraestructura: relieve, características mecánicas de rocas o de suelos. La rareza o la importancia paisajística en cuyo caso, el medio constituye un recurso patrimonial para actividades de tipo ecoturístico, científico o de esparcimiento.

Finalmente, varios fenómenos propios del medio físico, como sismicidad, vulcanismo, fenómenos fluviales, fenómenos de erosión, etc., pueden provocar desastres naturales.

Ordenamiento territorial: Se entiende como la política de Estado, que permite una adecuada organización político-administrativa de la Nación y la proyección en el espacio de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de una sociedad, proponiendo un nivel de vida adecuado a la población y a la conservación del ambiente (adaptado de Andrade & Amaya, 1994, Massiris, 2004).

Consideración del medio físico en el ordenamiento territorial: Proceso técnico cuya finalidad es la de caracterizar y evaluar las potencialidades y restricciones del medio físico con el propósito de conocer las mejores alternativas de uso y aprovechamiento del territorio. En términos prácticos este proceso técnico debe llevar a diseñar escenarios de uso del territorio desde el punto de vista del medio físico. Para llegar al ordenamiento ambiental propiamente dicho se deben integrar los análisis del medio biótico y del medio socio-económico.

Geopotencial: La capacidad medible que tienen el conjunto de recursos y restricciones del medio físico para permitir o limitar un tipo específico de uso de la tierra (Velásquez *et al.* 1996, Gómez Orea, 2002)). En el mismo sentido, se hablará de “geo-recursos” y “geo-restricciones”.

Expresa el potencial del sistema físico, entendido este como el subsistema del medio ambiente conformado por los materiales, procesos y formas terrestres del suelo y subsuelo de composición predominantemente abiótica (Suelo, roca, aire, agua y paisaje en cuanto a percepción del medio). En la Tabla 1, se presenta la síntesis de los componentes del subsistema físico que se deben de valorar y sus respectivos indicadores.

El geopotencial representa la totalidad de recursos y de restricciones inherentes al conjunto de elementos del medio físico y la medida de su importancia tanto patrimonial o de conservación, como estratégica o de producción económica y de sensibilidad o afectación potencial del medio o de la sociedad. Los recursos son principalmente geológicos, geomorfológicos, hídricos, edafológicos, minerales, paisajísticos; las restricciones están asociadas principalmente a la litología, a las amenazas naturales y a la fragilidad de los ecosistemas (Véase Figura 3).

Esta concepción del geopotencial lleva al uso y desarrollo necesario de una serie de herramientas (mapas, indicadores, gráficos, sistemas) y de métodos (de integración, de representación, de consulta, etc.) que facilitan en últimas su incorporación en el proceso de planificación ambiental del territorio. En este trabajo el análisis del geopotencial se traduce en un proceso triple: valoración, representación y comunicación. En el desarrollo de dichos procesos, van a

aparecer los indicadores de geopotencial como uno de los instrumentos mas importantes para facilitar el camino.

Para algunos autores el concepto de geopotencial puede ser asimilable al de oferta del medio físico. Hermelín (1995) plantea incluso los términos de oferta ambiental efectiva como el resultado de la oferta ambiental o geo-recursos, menos las restricciones. En este trabajo se ha optado por el término *geopotencial* para evitar la confusión con concepciones económicas directas que pueda generar el término *oferta*.

Tabla 1. Síntesis de los componentes, variables e indicadores propuestos en la valoración del geopotencial.

SUELO	Potencial del recurso	Pendiente, Erosión, Inundabilidad Profundidad, Textura, Fertilidad
AGUA	Superficial	Cantidad, calidad
	Generación energía	Caudal, geomorfología
	Subterránea	Cantidad, calidad
GEOLOGIA	Geomorfología	Complejidad y contraste del relieve, diversidad, singularidad, significado, estado de conservación Alcance visual, presencia de cuerpos de agua.
	Amenazas	Grado de amenaza
	Mineral	Cantidad, calidad Infraestructura Comercialización

El subsistema biótico

Está integrado por dos factores indispensables para la supervivencia humana: la vegetación y la fauna. Estos factores juegan un rol importante en un proceso de Planificación territorial, toda vez que ellos cumplen una serie de funciones que favorecen y/o afectan el bienestar de la sociedad. Por lo tanto, garantizar la sostenibilidad de sus funciones requiere de un conocimiento detallado y práctico.

El sistema antrópico

En la evaluación del sistema antrópico se analiza el comportamiento de los seres humanos respecto al sistema natural; las actividades desempeñadas por el hombre en el territorio corresponden a tres subsistemas: medio antrópico, social y económico.

Por una parte, el subsistema social es uno de los ejes del análisis para la construcción de una nueva sociedad en donde los distintos actores sociales se integran en un proyecto que, más allá de la racionalidad instrumental y la racionalidad estrictamente económica, apunte a desarrollos humanos y colectivos más amplios. El fin último del subsistema social en la Planificación del territorio, es proporcionar las bases reales de la relación hombre-medio ambiente en un proceso participativo, interdisciplinario e interinstitucional.

Por otra parte, el sistema natural, físico y biótico, tiene un ciclo natural como tal hasta que llega la actividad humana y rompe con este ciclo. A partir de allí el sistema natural se convierte en soporte de actividades y generador de materias primas para la población que habita determinado territorio. El análisis del subsistema económico comienza cuando el hombre interviene los recursos del sistema natural con el fin de extraer subproductos que le generen beneficios en especie o en dinero.

En general, cuando el sistema antrópico se establece en un sistema natural e interactúa con él, se inicia un proceso de artificialización de los ecosistemas, pues se transforman las condiciones naturales para adecuarlas a las necesidades de los grupos poblacionales; este análisis de transformación del medio natural por elementos físicos, también se incluye en la evaluación del sistema antrópico.

Teniendo en cuenta estos conceptos, se pasa ahora a explicar en un contexto o marco de referencia la propuesta metodológica. En el capítulo 3 se describen con mayor detalle las actividades y los componentes del Plan y de la Gestión necesarios para formular e implementar los instrumentos del Ordenamiento Territorial. En el capítulo 4 algunos componentes del Plan son desarrollados como instrumentos operativos, explicando las metodologías de cálculo, valoración y los parámetros usados.

2.1.2 Estructuración del método

Para la realización de cualquier actividad de desarrollo se deben contemplar previamente las posibilidades del territorio en cuanto a su capacidad de soporte, esto es, en cuanto a la aptitud del medio desde el punto de vista del proyecto o actividad y en cuanto a la existencia de restricciones de tipo natural (amenazas naturales, fragilidad de los ecosistemas, etc.). Podría decirse que existe una especie de "determinismo geográfico" fundamentado en las oportunidades y condicionantes del medio físico para acoger las actividades y proyectos de desarrollo (Gómez Orea, 2002). De cualquier manera este "determinismo geográfico" puede permitir el planteamiento de varias alternativas de ordenamiento o, si se quiere, de un ordenamiento que contemple alternativas diferentes que puedan ser posteriormente evaluadas en cuanto a su conveniencia, bajo criterios económicos, sociales o culturales.

El proceso de ordenamiento se plantea en las Figuras 1 y 4. El inicio del proceso lo constituye el conocimiento del medio físico o conocimiento del geopotencial, en términos de sus oportunidades —conocimiento de geo—recursos— y condicionantes —conocimiento de geo—restricciones—, previo análisis sistemático de la calidad de la información. La Figura 5 muestra los principales elementos a considerar en la evaluación del geopotencial.

Como geo—recursos deben ser contemplados los recursos minerales, los hídricos, los edafológicos o suelos, la conformación geomorfológica del territorio, el clima,

las cuencas hidrográficas, etc. Como geo-restricciones se considerarán las amenazas naturales, la fragilidad de los ecosistemas, desde el punto de vista del medio físico, la vulnerabilidad de recursos, etc. El análisis integrado de estos elementos permitirá la elaboración del mapa o mapas de geopotencial.

El geopotencial debe ser el resultado de un proceso de valoración de cada uno de los elementos que lo componen y su posterior integración. Para cada uno de los elementos del medio físico considerados se pueden determinar varios criterios de valoración, como por ejemplo: características físicas, localización, ocurrencia, accesibilidad, aproximación al valor intrínseco, área de influencia, etc. El geopotencial se puede, en términos de recursos y restricciones, transformar a términos de capacidad de acogida para diferentes usos del territorio.

De igual manera se debe analizar la demanda sobre el medio físico: usos actuales del suelo, proyecciones de crecimiento de población, necesidades de obras de infraestructura, normas de usos del suelo contempladas en la legislación nacional, etc.

La comparación entre el geopotencial y la demanda de usos del territorio deberá mostrar de manera explícita las interacciones y los conflictos relacionados con el medio físico que son susceptibles de presentarse a escala regional.

Con base en la valoración relativa de los diferentes elementos del geopotencial, en el análisis de la demanda del medio físico y en el análisis integrado del geopotencial y la demanda, se podrán proponer diferentes alternativas de ordenamiento, desde el punto de vista del medio físico y bajo la forma de escenarios de uso del territorio.

Los escenarios de ordenamiento pueden considerarse como una base para llegar al consenso de un esquema de ordenamiento ambiental y territorial de la región. Posteriormente, basado en el Plan de Ordenamiento Ambiental, el Plan de Gestión Ambiental de la región deberá contemplar las acciones, programas, proyectos y estrategias que deben implementarse para alcanzar el escenario elegido. La metodología deberá generar algunos lineamientos generales que posteriormente ayudarán en la elaboración e implementación del plan de manejo ambiental.

Es importante sin embargo que los análisis del medio biótico y del medio sociocultural y su integración al proceso de ordenamiento ambiental precedan a la formulación del Plan de Gestión Ambiental.

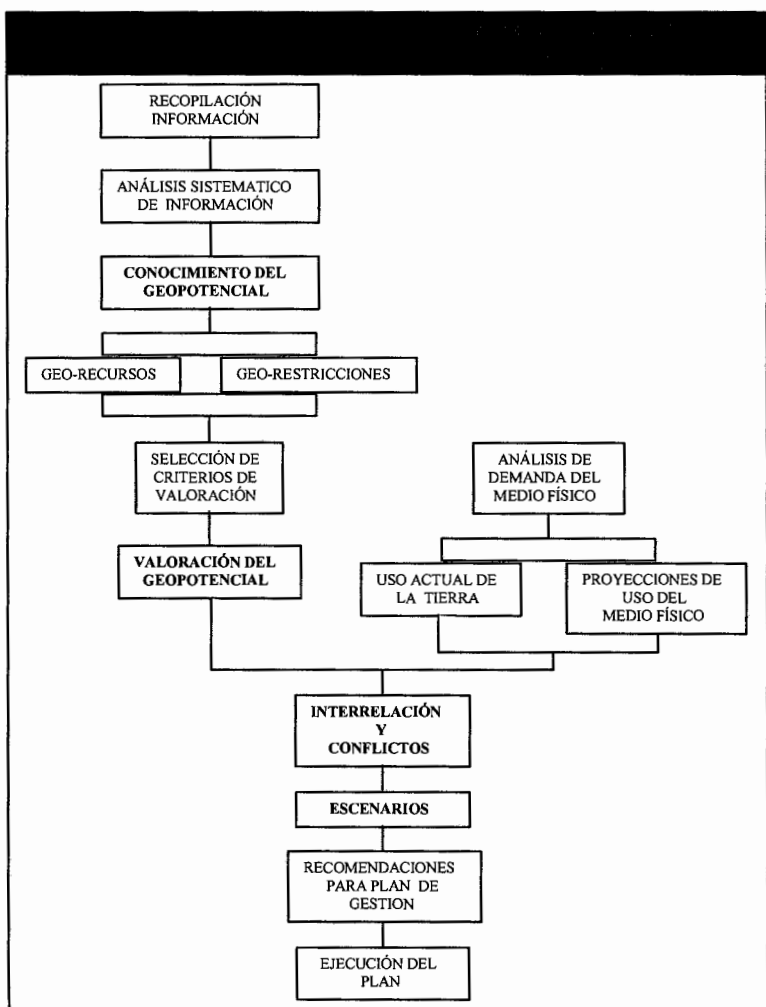


Figura 4. Esquema general de la consideración del medio físico en el ordenamiento ambiental.

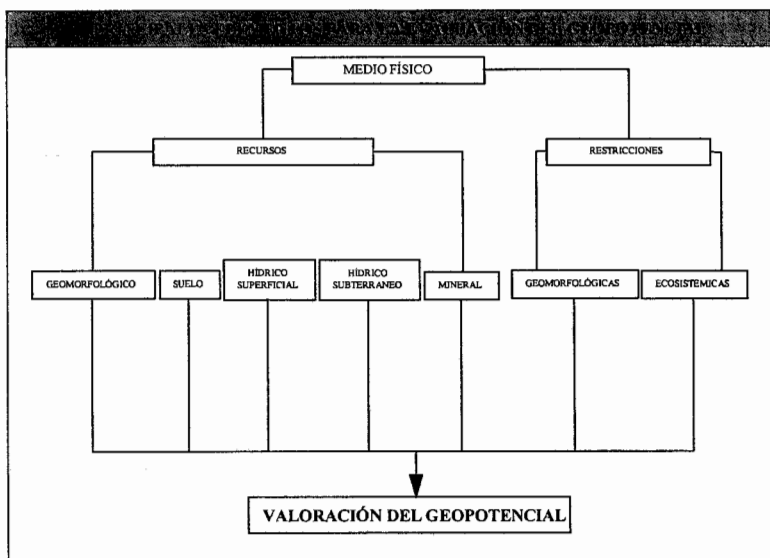


Figura 5. Principales elementos para la evaluación del geopotencial.

Con la utilización de esta metodología (Véanse Figuras 1 y 4), se pretende determinar, a partir de la recopilación y análisis de información existente, el conocimiento del potencial de los diferentes recursos y las geo-restricciones que limitan el uso de ese territorio, de modo que con el conocimiento del geopotencial y el análisis de los posibles conflictos entre éste y la demanda futura sobre los recursos, se puedan plantear diferentes escenarios alternativos de uso, en los cuales se garantice una relación armónica hombre-naturaleza que oriente el desarrollo integral y sostenible de la región.

Las actividades utilizadas para desarrollar la metodología incluyen:

- Recopilación y análisis de información relacionada con el medio físico.
- Control y complementación de la información con trabajo de campo.
- Elaboración de un mapa de geopotencial.
- Clasificación del geopotencial.
- Determinación de la demanda ambiental.
- Determinación de la capacidad de acogida del territorio.

- Elaboración de escenarios para el ordenamiento del medio físico.
- Realización de talleres de participación ciudadana.
- Fijación de términos en documento escrito que incluya los mecanismos de seguimiento.

2.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL MEDIO FÍSICO.

Desde un principio el propósito de este documento, ha sido desarrollarse utilizando la información existente sobre el medio físico en la región. Para llevar a cabo este propósito se procede a recopilar toda la información existente, considerando como variables básicas para el análisis y evaluación, los recursos geomorfológicos, suelo, agua superficial y subterránea, y minerales.

Para cada recurso se obtiene la información disponible que sirva de base para la elaboración de mapas temáticos a escala, dependiendo de la densidad de información existente.

Recurso geomorfológico: El análisis de este recurso se enfoca a la elaboración del mapa geomorfológico de la región. La definición de las unidades geomorfológicas representa un insumo básico en la evaluación del geopotencial, en la determinación de la capacidad de acogida y en la elaboración de los escenarios de uso del territorio, dado que a partir de ellas se establecen las unidades estructurantes o integradoras que permitan un análisis integral de las diferentes porciones de territorio que conforman la región. Estas unidades estructurantes se convertirán a la postre en unidades de geopotencial.

Asimismo, las características intrínsecas de cada unidad geomorfológica permiten establecer para cada una de ellas, de acuerdo a su rugosidad, pendiente y procesos morfodinámicos, las restricciones o limitaciones que éstas puedan tener con respecto a las diferentes actividades que se pretenden ordenar.

Recurso suelo: El tratamiento de este recurso se enfoca a la elaboración del mapa de unidades cartográficas con su respectivo potencial y uso actual en la región.

Recurso agua: El análisis del recurso agua se aborda considerando el recurso hídrico superficial y subterráneo de la región. Para la evaluación del recurso hídrico superficial es necesario realizar un inventario del recurso agua acorde con la escala de estudio. Se elaboran mapas de isoyetas y de evapotranspiración real; luego del análisis de éstos se establece un mapa de disponibilidad teórica de agua para la región.

Es importante recolectar y analizar la información sobre las centrales hidroeléctricas, en funcionamiento y en estudio de factibilidad, localizadas en la región. Esta situación orienta el análisis hacia la determinación de zonas de interés hidrogeológico, desde el punto de vista de la identificación de zonas con potencial de recarga o zonas de aporte y acuíferos.

Recurso mineral. Consiste en la elaboración del diagnóstico del estado actual de la actividad básica dedicada al aprovechamiento de estos recursos.

Se deben analizar varias zonas de interés desde el punto de vista minero y se obtiene la siguiente información para cada zona:

- **Caracterización del distrito:** Tipo de mineral explotado, tipo de minería, grado tecnológico, consideraciones ambientales.
- **Caracterización de la infraestructura de apoyo:** infraestructura vial, infraestructura en servicios públicos.
- **Caracterización económica de los recursos:** producción, comercialización, demanda, empleo, posición en el mercado, posibilidades.

Teniendo como base este diagnóstico se determinan, ubican y delimitan geográficamente las zonas de interés minero existentes. Y se obtiene el primer mapa de las zonas mineras de la región.

2.3 CONTROL Y COMPLEMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN CON TRABAJO DE CAMPO.

La metodología de Ordenamiento Ambiental, no debe únicamente realizarse a partir del análisis de información existente. Es importante tener una fase de campo, en la que, además de verificar y complementar los mapas y temáticas, se haga una revisión global de la información obtenida para los demás recursos y se sienten las bases, entre los profesionales que conforman el equipo, para la unificación de criterios de análisis del medio físico, pensando en la integración de información de diversa índole –minera, hídrica, edafológica, geomorfológica–; para producir alternativas de uso del territorio a partir de una concepción holística, interdisciplinaria e interinstitucional.

Una vez completada la primera etapa del diagnóstico con el trabajo de campo, se continúa con la fase analítica. El análisis se realiza a través de una valoración del potencial de los componentes del sistema territorial, de la determinación de la demanda y de los conflictos ambientales y del establecimiento de la capacidad de acogida para desarrollar las diferentes actividades de uso del territorio.

A nivel del medio ambiente y de los recursos naturales el problema de valoración ha sido abordado tradicionalmente por los economistas a través del paradigma costo–beneficio y con el interés de establecer el precio de las ventajas ambientales. La base de estos métodos reside en lo que la sociedad estaría dispuesta a pagar.

Según Faucheux & Noël (1995) los análisis costo-beneficio y los métodos de evaluación asociados, solo resultan verdaderamente apropiados en el caso de decisiones que implican bienes o servicios que pueden ser objeto de preferencias por parte de los diferentes agentes. Sin embargo, el precio de un recurso refleja únicamente la síntesis oferta-demanda en un contexto socio-económico particular y no necesariamente el valor del bien para el individuo.

En tales condiciones se hace necesario explorar otras formas de valor más cercanas al fin del ordenamiento ambiental del territorio. Mas allá de las propuestas de considerar el valor para el desarrollo (CEPAL, 1994), el mérito para conservación (Gómez Orea, 2002, Massiris, 2004), el valor de uso (Carrizosa, 1981) u otras dimensiones de valor como: funcional, estético, afectivo (Grasmick, 1994), ecológico, paisajístico, (Boulard & Daquelle, 1994), de identidad, patrimonial, sagrado, etc.; se propone abordar el valor ambiental desde el punto de vista de las necesidades sociales, de tal manera que se pueda abordar mejor la etapa de comunicación entre los científicos de la tierra y los decisores, planificadores y actores sociales.

El carácter consensual buscado para el proceso de ordenamiento ambiental territorial requiere que la forma de valoración esté más próxima de los planificadores, los decisores y los agentes sociales en general y que presente la manera como se pueden satisfacer las expectativas de estos actores sobre el territorio. De esta manera, se busca una valoración de las potencialidades ambientales que siga, en la medida de lo posible, las preguntas de los actores sociales. Esto puede resultar de mayor interés a nivel operativo.

Se pueden tener en cuenta aspectos como:

- Las expectativas en relación con las posibilidades de uso: los usuarios esperan de un territorio la oferta de servicios de base que la sociedad considera como el "mínimo necesario".
- Las expectativas de un valor de atracción: los usuarios esperan de un territorio que este les ofrezca los "servicios" complementarios considerados como generadores de "calidad de vida".
- Las expectativas respecto a un valor de notoriedad: se espera del territorio que este ofrezca una serie de "servicios" agregados creadores de notoriedad.

En síntesis, la valoración de las potencialidades ambientales se orienta directamente a responder a las expectativas y las preguntas que la sociedad se hace sobre el porvenir en su desarrollo (INGEOMINAS, 1997, Londoño et al., 1997; Posada & Viana, 1998).

Una serie de preguntas sociales sobre el medio físico permite plantear varias dimensiones de valor ambiental (Véase Tabla 2).

Finalmente, la aplicación de dichas dimensiones de valor recurre necesariamente a la información existente y así a los indicadores ambientales que faciliten la tarea de transformar el conocimiento científico y permitir su uso en la toma de decisiones. En este sentido será muy importante la búsqueda de un número limitado de indicadores del potencial ambiental. Tratándose de una síntesis, se puede decir en los términos de Porter, que esta valoración esta orientada a "la búsqueda de significados y no de leyes, con un impulso más sintético que analítico, y un objetivo más operativo que teórico". (Carrizosa, 1981).

Como ya se mencionó, el diagnóstico territorial es la herramienta que permite conocer la situación general de cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del sistema territorial, pero presenta la información a manera de inventario, en esencia estático, que no permite establecer claramente elementos de juicio que conlleven a la identificación de las características de esa oferta y demanda ambiental y de los conflictos entre ellas. En este sentido, se hace necesario darle un valor agregado a la información obtenida en el diagnóstico, mediante una valoración que permita establecer diferencias entre los potenciales de cada uno de los componentes de los sistemas natural y antrópico, así como de la demanda sobre los recursos.

Tabla 2. Preguntas sociales y dimensiones de valor, Velásquez, 1999.

VALORES	
<p><i>¿Cuál es la calidad ambiental que puede aumentar la calidad de vida en el sitio?</i></p> <p><i>¿Existen atractivos patrimoniales y culturales?</i></p>	VALOR PATRIMONIAL
<p><i>¿Cuáles son las posibilidades de cubrir las necesidades de base?</i></p> <p><i>¿Cuáles son las potencialidades que hacen de la región una zona estratégica?</i></p> <p><i>¿Cuáles son las ventajas territoriales que podrían impulsar el desarrollo económico?</i></p>	VALOR ESTRATÉGICO / PARA EL DESARROLLO
<p><i>¿Cuáles son los aspectos más sensibles?</i></p> <p><i>¿Cuáles son las amenazas que podrían bloquear el desarrollo o afectar el bienestar social?</i></p>	VALOR DE SENSIBILIDAD

Esta valoración permite por consiguiente identificar de una manera semicuantitativa los potenciales de los recursos y la demanda sobre ellos, situación que por un lado facilita su espacialización, y por otro, permite mayor claridad en la identificación de las potencialidades, las restricciones, la demanda y los conflictos que se presentan en el territorio. Esta valoración se concreta en la determinación del geopotencial, el biopotencial y el sociopotencial como elementos que miden el potencial de los subsistemas físico, biótico, social, artificial y económico respectivamente. La Figura 6 presenta un esquema metodológico para la evaluación del geopotencial.

Para la valoración de cada uno de los componentes de los sistemas natural y antrópico se propone utilizar una escala de uno a cinco que corresponden a los siguientes valores: 1 muy bajo, 2 bajo, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto.

A continuación se presentan los aspectos más importantes que se deben considerar en la valoración de los sistemas natural y antrópico. Las especificidades de la valoración de cada uno de los componentes se presentan en el Capítulo 4.

Potencial del componente Geomorfológico

Desde el punto de vista ambiental el componente geomorfológico puede evaluarse desde numerosos enfoques entre los que se destacan el interés científico-educativo, el paisajístico, el trazado de vías de comunicación y líneas vitales, ubicación de reservorios de agua para consumo, riego y producción de energía.

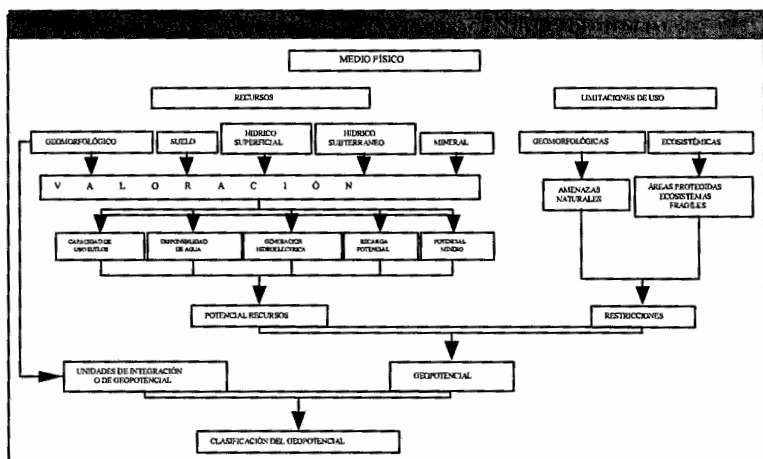


Figura 6. Esquema metodológico para la evaluación del geopotencial.

Potencial del recurso mineral

Las características geológicas constituyen un factor básico que condiciona la actividad minera, ya que según la conformación geológica de una región determinada se puede deducir la disponibilidad o no de minerales económicamente explotables. En el presente documento se plantea una metodología preliminar de valoración de los recursos geológico-mineros.

Se definen como recursos geológico-mineros a aquellos materiales geológicos que por sus características particulares, se constituyen en fuentes de materiales primarios para el desarrollo de los diferentes procesos industriales y urbanos. En general se clasifican en elementos metálicos, minerales industriales, minerales energéticos y rocas industriales.

Para la valoración del recurso minero se propone utilizar cuatro variables principales: características del recurso, explotabilidad del mineral, factibilidad del plan minero y las características de comercialización del mineral. Cada una de estas variables se desagrega en subvariables, que son las que permiten valorar cada variable y obtener el potencial del recurso mineral del área en estudio.

Para obtener el valor del potencial geológico minero (PGM), cuando se trata de un depósito al que ya se le haya efectuado el modelo de bloques, podría utilizarse una expresión que combinara las variables geológicas y mineras. Las variables utilizadas son cantidad (CN), calidad (CA), continuidad litológica (CL), complejidad estructural (CE), relación topográfica (RT) y relación de descapote (RD). La expresión para el cálculo puede ser la siguiente:

$$\text{PGM} = 0,10 (\text{CN}) + 0,15 (\text{CA}) + 0,20 (\text{CL}) + 0,10 (\text{CE}) + 0,20 (\text{RT}) + 0,25 (\text{RD})$$

2.4 ELABORACIÓN DEL MAPA DE GEOPOTENCIAL.

Una vez conocida y analizada la información existente sobre cada una de las variables del medio físico consideradas como básicas para lograr la evaluación ambiental del territorio, se procede a determinar los criterios de valoración de cada uno de los recursos con el fin de conocer su potencial en función de su disponibilidad, cantidad o carácter estratégico para el desarrollo. Conociendo el potencial de cada recurso y las restricciones de tipo geológico y ecológico del territorio, se construye el mapa de geopotencial, a partir de un proceso de integración de la información.

En esta etapa se realiza la clasificación del geopotencial, consistente en la valoración de cada uno de los recursos que se encuentran en el territorio, considerando como unidades de análisis las porciones del territorio con características homogéneas. Estas porciones del territorio corresponden a zonas homogéneas o integradoras, que desempeñan, para el análisis, el papel de unidades estructurantes. Las unidades geomorfológicas se convierten en unidades estructurantes o de geopotencial, que a su vez sustentan la propuesta de ordenamiento, debido a su esencia misma. La unidad geomorfológica se define en función de las geoformas características que son fruto de un continuo natural subsuelo-suelo-clima, definido por la dinámica de una serie de procesos geoambientales relacionados con las laderas, las aguas, los suelos, ecosistemas y muchos de los cuales son generadores de amenazas. Con excepción de los recursos minerales, la mayor parte de recursos y restricciones del medio físico se interrelacionan directamente y su interrelación genera las formas del territorio.

El biopotencial

Como biopotencial se define al conjunto heterogéneo de elementos bióticos de tipo silvestre y su sistema de interrelaciones funcionales y estructurales existentes en un territorio, que puede ser aprovechado por las diferentes especies, entre ellas el hombre. Se manifiesta en biodiversidad, disponibilidad, distribución, riqueza y calidad de especies, que en su conjunto se traducen en oferta de bienes y servicios ambientales.

La valoración del biopotencial debe incluir la definición de una serie de variables que servirán de base a la posterior valoración: tamaño, estado de conservación; determinada a partir de conceptos tales como biodiversidad, densidad de cobertura, endemismos y estado evolutivo. Además, también se debe evaluar la importancia estratégica de la unidad a través de la consideración de las siguientes funciones: mantenimiento de servicios ambientales, prevención de riesgos ambientales, producción de bienes ambientales y área de influencia.

El sociopotencial

Se denomina sociopotencial a la capacidad del sistema antrópico para adaptarse racionalmente al sistema natural; en otras palabras, es la capacidad que tiene la población para relacionarse con el sistema natural: subsistemas físico y biótico, con el fin de obtener el mejor provecho de él sin deteriorarlo, de modo que siempre existan condiciones naturales para que las actuales y futuras generaciones se abastezcan y satisfagan sus necesidades en armonía con la naturaleza.

En términos sociales, la potencialidad para lograr un desarrollo sostenible viene dada por el tipo de cultura que tenga la población determinada, por el arraigo a su patrimonio natural, por el tipo de educación y de organización, por el cubrimiento institucional y por la infraestructura social relacionada del sistema natural.

La población que habita en el territorio municipal, y aún la población externa a él que tiene un carácter de población flotante, son quienes usufructúan el territorio para generar bienes derivados principalmente del medio natural y servicios derivados principalmente del medio antrópico, como una forma de reproducir sus recursos y de transformarlos en satisfactores de necesidades.

2.5 LA DEMANDA AMBIENTAL

Se define como el conjunto de requerimientos cuantitativos y cualitativos de orden espacial y temporal que necesita un territorio para lograr un desarrollo integral y sostenible.

Se entiende por demanda social a los requerimientos del medio antrópico sobre el sistema natural. Las variables socio potenciales son aquellos aspectos socio-económicos susceptibles de cambio para lograr una armonía en la relación hombre-medio ambiente.

Una vez identificados los tipos de demanda ambiental, se procede a determinar con mayor precisión las actividades demandantes dentro de cada uno de estos niveles de demanda ambiental, para posteriormente realizar un estimativo de la cantidad o calidad del recurso demandado en un período de tiempo determinado.

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

2.6 CAPACIDAD DE ACOGIDA

Luego de valorar cada componente, se procede a determinar la capacidad de acogida del territorio o la región. En esta parte del proceso se aplica una metodología específica considerando la Capacidad de Acogida como "el grado de compatibilidad del territorio y sus recursos naturales para soportar actividades".

Después de la clasificación del geopotencial se procede a elaborar la matriz de capacidad de acogida, que consiste en determinar, para cada unidad, su capacidad para soportar las diferentes actividades que se realizan en ella y cuyo propósito es su planificación más sostenible.

A partir de la determinación de la capacidad de acogida se pretende definir para el territorio, la actividad vocacional más característica, acorde con el potencial de los subsistemas físico, biótico, social y económico. Esta capacidad no se puede determinar para cada punto del territorio, razón por la cual es necesario realizar el análisis considerando unidades territoriales integradoras, ambientales o de potencial que permitan integrar la información existente.

Las unidades de integración ambientales o de potencial representan entonces unidades territoriales básicas que permiten la expresión de los elementos y procesos del territorio en términos comprensibles, y sobre todo en términos operativos. Además de desempeñar una función importante como base integradora de los aspectos sectoriales, representan la desagregación del ámbito de estudio en porciones territoriales más pequeñas.

Existen diferentes métodos para evaluar la capacidad de acogida, pero los resultados obtenidos deben conducir a lo mismo, es decir a generar un insumo que permita orientar el enfoque de prospectiva dentro del proceso de Planificación Territorial Regional. A manera de ejemplo, en la Tabla 3 se ilustra un modelo de matriz de capacidad de acogida para una región en la que se han propuesto cinco niveles de acuerdo al grado de compatibilidad entre el potencial ambiental del territorio y las actividades antrópicas que se pretenden realizar en él. En las aplicaciones que se presentarán más adelante se mostrarán detalladamente estas situaciones.

Tabla 3. Ejemplo ilustrativo de matriz de capacidad de acogida de usos del territorio.

	3	1	2	1	2	1	1	4	3	1
	4	2	5	1	3	3	3	3	4	2
	5	4	3	4	4	3	3	2	4	4
	1	1	3	3	1	2	1	2	1	3
	3	5	3	5	1	1	1	2	1	5

Capacidad de acogida: Muy alta = 5, Alta = 4, Media = 3, Baja = 2, Muy Baja = 1

Para cada unidad de integración se evalúa la tolerancia que presenta el territorio frente a las diferentes actividades y el resultado se da según diferentes niveles de capacidad de acogida. Los cinco niveles de clasificación de la capacidad de acogida de los territorios propuestos son:

- **Muy alta (Valor = 5):** Equivale a una capacidad de acogida vocacional o a una actividad considerada idónea.
- **Alta (Valor = 4):** Equivale a una capacidad de acogida compatible o a una actividad considerada como aceptable.
- **Media (Valor = 3):** Equivale a una capacidad de acogida compatible limitada o a una actividad considerada como posible, siempre y cuando satisfaga alguna condición especial o un prerrequisito. Por ejemplo, la necesidad de un estudio de impacto ambiental previo a la ejecución de una determinada actividad.
- **Baja (Valor = 2):** Equivale a una capacidad de acogida incompatible o a una actividad no admisible.
- **Muy baja (Valor = 1):** Equivale a la exclusión de la capacidad de acogida o a una actividad inaceptable bajo cualquier circunstancia.

El uso excesivo e inadecuado de la oferta natural, origina una serie de conflictos ambientales que deben ser tenidos en cuenta en la planificación territorial de las regiones. De otra parte, los conflictos de índole socio-económico pueden limitar las posibilidades de manejo ambiental del territorio.

Los conflictos en el territorio pueden ser de varios tipos: conflictos por el uso de los recursos del subsistema físico como el suelo, el agua y los recursos minerales, o por el uso de los recursos bióticos, o en otros casos conflictos de tipo socio-económico que involucran a diversos grupos de la población y que inciden en el Planificación del territorio.

2.7 ESCENARIOS DE USO DEL TERRITORIO

Sobre el uso del territorio es importante partir de una premisa: Su uso es dinámico en el tiempo y tanto los planificadores como la comunidad deben velar por su uso óptimo.

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

A manera de ejemplo para una región dada, se presentan en la Tabla 4 tres escenarios que representan alternativas de uso del territorio, elaboradas a partir de la consideración del geopotencial y de la capacidad de acogida del territorio. Esta misma información se utilizará posteriormente como modelo para uso de los casos de estudio en el Capítulo 5. El conocimiento de estos dos aspectos representa el logro más importante de la metodología y del plan propuesto, y es a partir de ellos como se establecen los criterios para construir, de acuerdo a las características del medio físico, escenarios alternativos que buscan el desarrollo de la región.

El análisis del geopotencial y de la capacidad de acogida permite la elaboración de tantos escenarios como considere el planificador, según las tendencias hacia las que desee inducir el desarrollo de la región. Por esta razón, los tres escenarios propuestos representan ejercicios elaborados en trabajos de campo y en ningún momento se deben considerar como propuestas definitivas.

Tabla 4. Criterios utilizados para la elaboración de escenarios de uso del territorio.

Importancia_Categorías de Ordenamiento	Importancia_Categorías de Ordenamiento	Importancia_Categorías de Ordenamiento
<p>1 Preservación estricta páramos - áreas protegidas suelos clase VIII suelos clase VI con pendientes f y g</p> <p>2 Conservación activa suelos clase VI con pendientes f y g zonas con recarga potencial alta zonas de amenaza alta</p> <p>3 Regeneración y mejora Tierras erosionadas (TE) del mapa de uso actual</p> <p>4 Forestal suelos clase VII con pendientes c, d y e suelos clase VI con pendientes c, d y e</p> <p>5 Minería potencial igual o mayor a 7</p> <p>6 Uso múltiple zonas con disponibilidad hídrica alta suelo clase VI con pendientes a y b suelo clase IV con pendientes c, d, e y f suelo clase III con pendientes a, b, c, d, e, f y g</p> <p>7 Agricultura suelo clase II con pendientes a, b, c, d, e y e suelo clase I</p> <p>8 Ganadería suelos clase IV con pendientes a y b</p>	<p>1 Ganadería suelos clase VI con pendientes a y b suelos clase IV con pendientes c, d, e y f suelos clase III con pendientes c, d y e Suelos clase II con pendientes c, d y e</p> <p>2 Agricultura suelos clase IV con pendientes a y b suelos clase III con pendientes a y b suelos clase II con pendientes a y b suelos clase I</p> <p>3 Minería potencial mayor o igual a 2</p> <p>4 Uso múltiple suelos clase VII con pendientes c, d y e suelos clase VI con pendientes c y d suelos clase III con pendientes f y g</p> <p>5 Forestal Suelos clase VI con pendientes c y f</p> <p>6 Regeneración y Mejora Tierras erosionadas (TE) del mapa de uso actual</p> <p>7 Conservación activa páramos suelos clase VIII suelos clase VII con pendientes f y g zonas de disponibilidad hídrica alta y media zonas de recarga potencial alta y media zonas de amenaza potencial alta y media</p> <p>8 Preservación estricta áreas protegidas</p>	<p>1 Preservación estricta áreas protegidas páramos suelos clase VIII suelos clase VII</p> <p>2 Conservación activa suelos clase VI con pendientes f y g zonas con disponibilidad hídrica alta zonas de recarga potencial alta y media zonas de amenaza alta y media</p> <p>3 Regeneración y mejora Tierras erosionadas (TE) del mapa de uso actual</p> <p>4 Forestal suelos clase VI con pendientes c, d y e</p> <p>5 Uso múltiple suelos clase VI con pendientes a y b suelos clase IV con pendientes a, b, c, d, e y f suelos clase III con pendientes f y g suelos clase II con pendientes d y e</p> <p>6 Minería potencial mayor o igual a 5</p> <p>7 Agricultura suelos clase III con pendientes a y b suelos clase II con pendientes a, b, c y c suelos clase I</p> <p>8 Ganadería suelos clase III con pendientes c y d</p>

2.8 REALIZACIÓN DE TALLERES CON PARTICIPACIÓN CIUDADANA.

Durante el desarrollo de la investigación es importante realizar talleres con participación de funcionarios de la administración regional, de los líderes políticos y comunidad en general que intervienen en el proyecto. En dichos talleres se discuten la metodología, los avances y los resultados logrados en cada etapa y se plantean sugerencias para abordar las actividades siguientes.

2.9 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA.

Los resultados obtenidos se deben presentar en una propuesta al final del proceso, que contiene la información recolectada, integrada y analizada además de los mapas generados durante la investigación. El documento puede tener varias versiones o presentaciones dependiendo del público a quien va dirigido: Políticos, decisores, técnicos, comunidad en general. El documento no es estático, es dinámico al igual que el territorio. Por tanto los modelos y escenarios planteados deben verificarse y actualizarse.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLIN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS

78 11 12

El plan y la gestión de ordenamiento territorial

3. EL PLAN Y LA GESTIÓN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (OT)

El Ordenamiento Territorial –OT– hace parte de un ejercicio de planificación ambiental que comprende dos grandes etapas, el diagnóstico y la prospectiva, las cuales a su vez están conformadas por diferentes fases. (Véase Figura 7).

Este capítulo plantea una guía metodológica para orientar la elaboración del Plan de OT, con la introducción de diferentes instrumentos de análisis para caracterizar y evaluar los sistemas territoriales en la región requerida, así como para proyectar las posibilidades de desarrollo sostenible bajo el marco de la concertación en un horizonte de largo plazo.

En la propuesta metodológica la dimensión ambiental se concibe como el eje de las relaciones entre el territorio y la población, por lo cual se asume una interacción entre los sistemas territoriales en sentido horizontal y vertical, sin dejar de lado la concepción de que el ente regional hace parte de un entorno mayor con el que establece una serie de relaciones e interdependencias.

En el proceso de ordenamiento la mayor parte de las etapas de diagnóstico y prospectiva son orientadas por el equipo técnico, mientras que en las etapas de la gestión son impulsadas por los actores regionales, a través de las acciones en pro de la región. Del cien por ciento del tiempo disponible para la elaboración del Plan de OT se utiliza aproximadamente un 60% para elaborar la etapa de diagnóstico y un 40% para elaborar la etapa de prospectiva.

La propuesta metodológica del Plan de OT pretende hacer un detallado trabajo de campo y unos talleres participativos para concertar los resultados en todas las etapas y fases del proceso, con el fin paralelo de construir una cultura ambiental en todas las esferas municipales.

En el desarrollo histórico de las investigaciones orientadas al estudio del sistema territorial, se identifican varios enfoques caracterizados unos, por un corte descriptivo e independiente en el análisis de los componentes del sistema, mientras que otros, como la ecología del paisaje³, tienen un enfoque interdisciplinario, sistémico e integral del territorio.

Andrade (1994)⁴, propone y considera que la aplicación de la ecología del paisaje es la forma más recomendable para abordar el análisis de los recursos físicos y bióticos. Sin embargo, la complejidad del trabajo, los costos, la cantidad y calidad de la información requerida, hacen que la aplicación de este método sea de alta dificultad para determinadas regiones.

³ Etter, A. 1990. Introducción a la Ecología del Paisaje. IGAC. Mimeografiado. Bogotá.

⁴ Andrade, A. 1994. La Zonificación Ecológica como base para el Estudio Integral del Paisaje y la Planificación de uso del suelo. Revista SIG-PAFC, año 1, No 2.

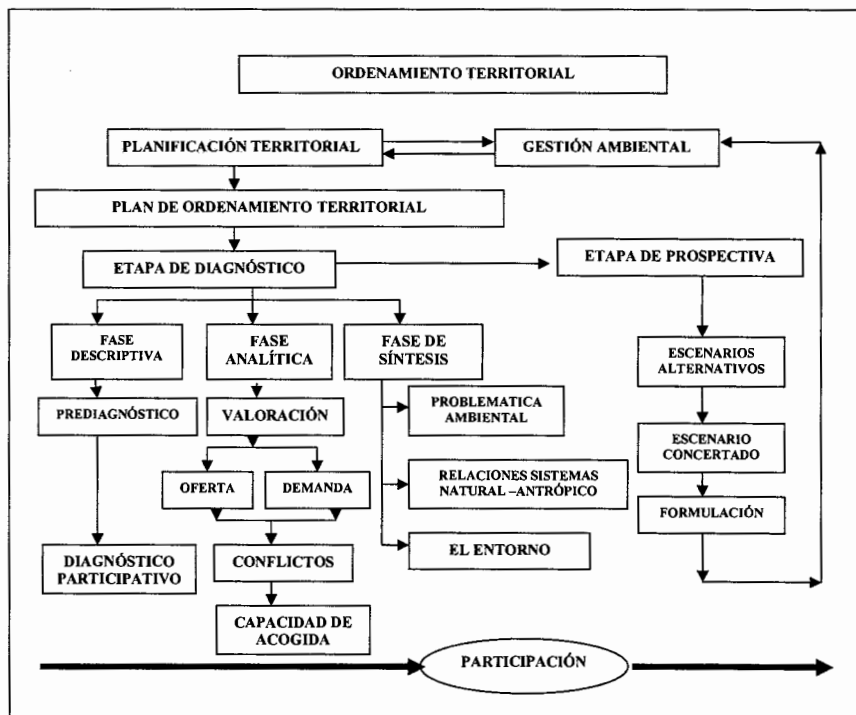


Figura 7. Esquema del plan de OT

A pesar del carácter integral y sistémico de la ecología del paisaje y de sus bondades para el análisis del sistema natural, en la presente investigación se ha querido plantear una forma de análisis interdisciplinaria e integral que permita de una manera sencilla definir las potencialidades, restricciones, demandas, conflictos, capacidad de acogida de usos del territorio y los escenarios que permitan definir directrices para el logro del desarrollo sostenible desde el nivel local. La profundidad en la aplicación de este enfoque es susceptible de adaptarse para ser desarrollado sin dificultad por la mayoría de los municipios colombianos.

3.1 ETAPA DE DIAGNÓSTICO.

Una fase fundamental para realizar el ordenamiento territorial regional es el conocimiento detallado del territorio y sus recursos a través de un diagnóstico, del cual depende la eficacia de la etapa de prospectiva.

Para realizar el diagnóstico del Plan de OT, se propone llevar a cabo tres niveles de acercamiento con su objetivo central, correspondientes a la evaluación de las relaciones entre los sistemas de territorio o región. El primer nivel de acercamiento a esta evaluación es la fase descriptiva, el segundo nivel es la fase analítica y el último nivel es la fase de síntesis. (Véase Figura 8).

3.1.1 Primer nivel: fase descriptiva.

En la fase descriptiva del diagnóstico del Plan de OT se procede en dos pasos: la elaboración de un prediagnóstico y la elaboración de un diagnóstico técnico y participativo. El prediagnóstico debe realizarse en corto tiempo respecto al tiempo total determinado para la elaboración del Plan de OT. Por su parte, el diagnóstico técnico y participativo es de suma importancia dentro del Plan de OT, ya que permite dilucidar con mayor precisión cual es la situación de los sistemas del territorio.

Prediagnóstico. Es la primera aproximación a la fase descriptiva del diagnóstico. A través del prediagnóstico se evalúa preliminarmente el municipio con base en información secundaria. Se recopila toda la información existente sobre la región en lo referente a los aspectos relacionados con el sistema natural y el antrópico, de forma que permita obtener una primera visión acerca de la situación general del municipio y sirva de base para determinar las actividades a realizar en las fases posteriores del diagnóstico.

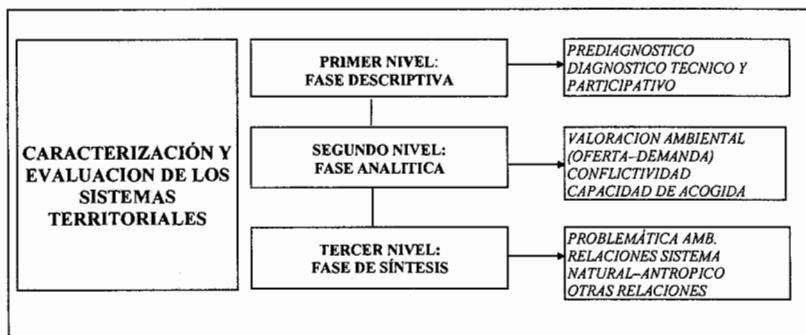


Figura 8. Fases del diagnóstico

Estas actividades son realizadas básicamente por el equipo técnico interdisciplinario, que debe estar conformado por profesionales con conocimiento sobre el OT, y se complementa con un primer reconocimiento de campo, que sirva de acercamiento preliminar al territorio y a la población objeto de análisis.

En el prediagnóstico es muy importante identificar y ubicar las fuentes de información consideradas como básicas, porque soportan el análisis de la problemática ambiental de la región. Del mismo modo, es indispensable obtener una primera aproximación sobre los objetivos de desarrollo planteados para la región en cuestión, tanto a nivel del contexto local como nacional, con el fin de enmarcar el desarrollo de la región dentro de todos los niveles de contexto, en las dimensiones horizontal y vertical.

También se debe realizar un análisis que permita definir la situación actual de los límites político-administrativos del territorio y de los posibles conflictos existentes en la delimitación con otras regiones y a nivel interno entre las respectivas divisiones administrativas.

Después de obtener una visión general de la región y conociendo su tamaño, es básico definir la escala cartográfica en la cual se desarrollará la investigación. Normalmente para análisis de grandes regiones (Estados, departamentos, prefecturas) se utilizan escalas entre 1:500.000 a 1:100.000, en el área rural se aconseja utilizar escalas 1:25.000, aunque dependiendo del tamaño pueden utilizarse escalas mayores (1:10.000 o 1:5.000). Para la zona urbana se aconseja utilizar escalas entre 1:2.000 a 1:10.000, dependiendo de la extensión de ésta.

También es importante definir el modo como se manejará y procesará la información. En este sentido, existen diferentes formas que incluyen técnicas sencillas y accesibles, hasta aquellas más sofisticadas como los sistemas de información geográfica (SIG), que a pesar de representar una herramienta valiosa que agiliza el proceso de análisis de la información, es costosa y requiere de equipo y personal técnico especializado para su aplicación. Dependiendo del presupuesto con que se cuente se debe seleccionar la mejor alternativa.

Diagnóstico técnico y participativo. Esta es la parte más extensa del Plan de OT, vinculando rigurosidad en conceptos, trabajo interdisciplinario y participativo con las comunidades, caudillos, políticos y gobernantes. Los sistemas a evaluar en el territorio son el natural y el antrópico, que a su vez están conformados por subsistemas y estos por componentes.

Las relaciones entre el sistema natural y el antrópico, así como entre sus sistemas y componentes, es el principal objeto de análisis del diagnóstico del Plan de OT. Los puntos de encuentro y diferencias en estas relaciones se establecen a partir de la fase descriptiva. Pero es en la fase analítica donde se establecen los intercambios de flujos de energía, información y materia, al interior de los sistemas territoriales y con el exterior, es decir con su entorno. (Véase Figura 9).

Entre los subsistemas físico y biótico del sistema natural se debe caracterizar y evaluar el componente paisajístico. Así mismo, entre los subsistemas social y económico del sistema antrópico, se debe caracterizar y evaluar el componente institucional.

El entorno. Además de la caracterización y evaluación de los sistemas natural y antrópico, del territorio y de sus relaciones, es de suma importancia tener en consideración que este ente es parte de un entorno macro en el que representa un elemento del conjunto de elementos del sistema subregional, departamental, regional, nacional e internacional y como tal se debe definir el papel de la región en los diferentes niveles espaciales.

Por tal motivo, la caracterización y evaluación de las relaciones territorio – población con el entorno del municipio es parte fundamental del diagnóstico y sirve de base para la prospectiva del Plan de OT, por lo que debe estar presente en todas las fases del diagnóstico como la visión integradora del municipio, que hace parte de un sistema territorial más amplio.

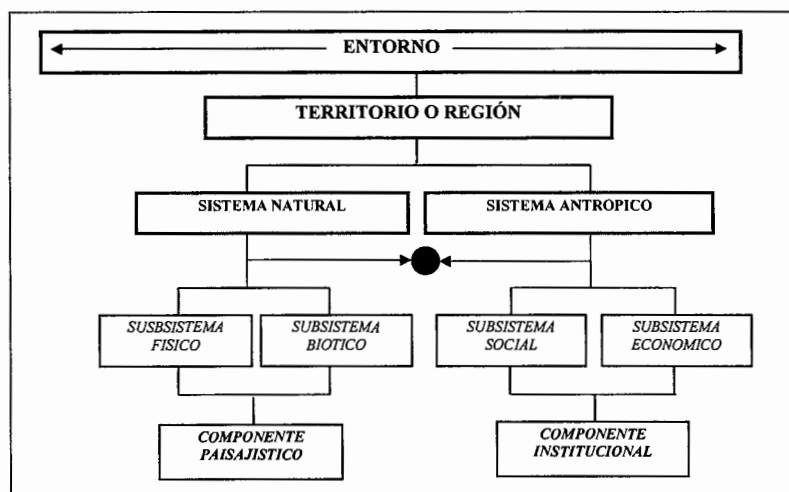


Figura 9. Sistemas y componentes para el análisis del Plan de OT

En la evaluación de las relaciones regionales se evalúa el tipo y cobertura de relaciones regionales internas –núcleos de servicios– y externas –vínculos interregionales– que presente el municipio y la importancia del ente territorial al interior de la subregión y del departamento o Estado.

Se establecen los tipos de demanda y de oferta interna y externa que genera la región y el puesto que ocupa en la escala jerárquica económica, política, social y natural del nivel administrativo mayor. Esta información debe estar complementada con las relaciones del territorio enmarcadas en regiones de tipo natural y social, lo cual se debe expresar a través de un mapa temático.

La Participación en el Plan de OT. El Plan de OT debe tener un alto contenido de participación de los actores locales del territorio, no sólo de tipo consultivo, sino como mecanismo de motivación e información. Una de las formas de llevar a cabo la participación de los actores locales es realizando talleres donde se expliquen a los diferentes actores sociales los alcances y pretensiones del ordenamiento territorial.

Los talleres de participación son una forma de ajustar la información o de generar información primaria, también funcionan como mecanismos para concertar las actividades de uso y ocupación del territorio. En los talleres de participación se tiene en cuenta la información que tienen las personas que viven y desempeñan actividades continuamente en la región. Los talleres para determinar el estado de los sistemas territoriales se realizan con base en encuestas preelaboradas y discutidas interdisciplinariamente.

Con el fin de obtener la información necesaria, los talleres deben programarse con suficiente anticipación y deben tener una adecuada difusión para asegurar una buena participación. Debido a la existencia de distintos grupos de actores es recomendable la realización de diferentes talleres que reúnan a estos grupos así:

- Taller con la administración pública de la región: incluye a los consejeros y a los representantes.
- Taller con los actores de la zona urbana o del(los) centro(s) poblado(s): instituciones y comunidad. Estos actores pueden ser representantes de la comunidad, estudiantes y gremios por sectores económicos.
- Taller con los actores de la zona rural: se realiza por veredas o grupos de veredas. Estos actores son similares a los anteriores.

Por otra parte, la caracterización de los sistemas del territorio regional no sólo es realizada con información secundaria, existe una gran parte de la información que debe ser ajustada con información primaria u originada en trabajo de campo. Para ello, una vez realizado el prediagnóstico, el equipo técnico debe desplazarse a la región, con un cronograma de actividades previo y con un programa de recorrido por zonas, a través del cual se irá originando y ajustando la información que posteriormente permitirá obtener los mapas temáticos de cada uno de los subsistemas evaluados.

Después de realizar la primera salida de campo se deben hacer los ajustes necesarios al prediagnóstico y posteriormente se deben llevar a cabo por lo menos otras dos salidas de campo con el fin de lograr mayor precisión y detalle en la información del diagnóstico.

3.1.1.1 El sistema natural.

El sistema natural está conformado por los materiales, formas terrestres del suelo y subsuelo de composición abiótica y biótica. Es decir, incluye el recurso suelo en todas sus acepciones, el sustrato rocoso con todos los recursos presentes en éste, los recursos hídricos superficial y subterráneo, los minerales, las aguas termales y reservorios petroleros y geotérmicos, los procesos geológicos en todas sus escalas, la vegetación, la fauna y todas las relaciones y dinámicas que se establecen entre estos elementos y dan origen a las características específicas de cada territorio⁵.

Para efectos de la consideración del sistema natural en el ordenamiento territorial, este debe entenderse y analizarse en términos de la relación con las actividades humanas. En este sentido, debe entenderse el sistema natural como fuente de recursos, soporte de actividades y receptor de residuos.

Como fuente de recursos el sistema natural proporciona las materias primas que el hombre utiliza o transforma en beneficio propio. Para esto, se deben conocer cuáles son estos recursos, su ubicación, la mejor manera de aprovecharlos, etc. En cuanto al soporte de actividades, el natural debe ser utilizado teniendo en cuenta la capacidad que tiene para acoger las diferentes actividades que se realizan en él. Como receptor de desechos o productos no deseados, el sistema natural debe ser utilizado de acuerdo con su capacidad para asimilar o procesar en sus circuitos biológicos los elementos que se le incorporen.

Por lo tanto, el diagnóstico del sistema natural se debe enfocar hacia la caracterización –con su correspondiente cartografía– y análisis de los elementos y procesos de dicho sistema (Véase Figura 10). Este análisis tiene como objetivo básico identificar los elementos y procesos naturales del territorio en su situación y utilización actual, realizar un inventario de las degradaciones existentes, identificar las amenazas derivadas de las previsiones y tendencias observables e identificar las disposiciones legales del suelo y previsiones del desarrollo.

Para facilitar su análisis, el sistema natural se ha dividido en dos subsistemas así: subsistema físico y subsistema biótico.

3.1.1.1.1 El subsistema físico

Está conformado por los elementos del sistema natural de composición predominantemente abiótica. El diagnóstico de los componentes del subsistema físico debe estar orientado hacia la elaboración de un inventario que sirva de base para valorar el potencial ambiental de los recursos que conforman este subsistema.

A continuación se describen los componentes del subsistema físico con sus correspondientes elementos y procesos a considerar en el análisis.

⁵ Modificado de Gómez Orea D., 2002. La ordenación del Territorio, una Aproximación desde el Medio Físico.

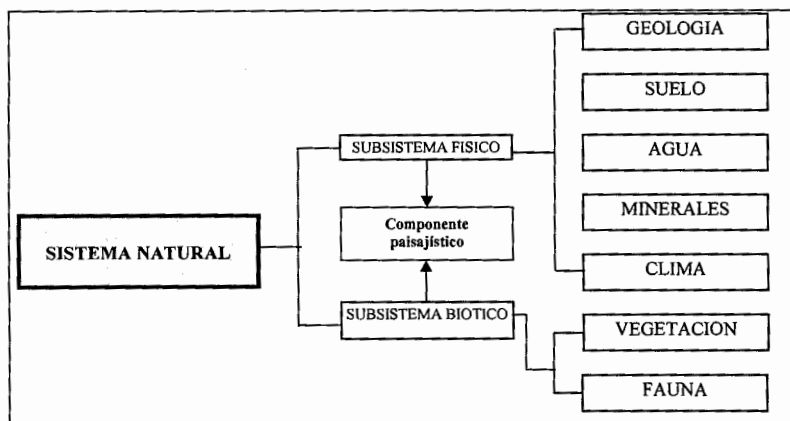


Figura 10. Subsistemas y componentes del sistema natural

Componente geológico. Los materiales, formas y procesos geológicos intervienen en el análisis del subsistema físico tanto desde un punto de vista de los recursos que albergan, como de los condicionantes que imponen a la localización de actividades.

Los materiales geológicos están representados por las clases de rocas que se encuentran en la corteza terrestre. La caracterización de los materiales se debe realizar considerando la posibilidad de que éstos alberguen recursos minerales importantes, su capacidad para soportar obras de infraestructura, y por último, su capacidad para asimilar los desechos que son arrojados en ellos.

Las formas y procesos geológicos intervienen básicamente en la definición de los condicionantes que en el medio natural puedan existir para acoger adecuadamente las actividades que se desarrollan en el territorio. Entre los condicionantes se destacan las formas del terreno –morfología–, la presencia de áreas de recarga de acuíferos y la vulnerabilidad de estos a la contaminación, la erosionabilidad de los terrenos, sus condiciones geotécnicas y los riesgos geológicos que pueden afectar la infraestructura, las instalaciones productivas, e incluso a la población.

Los procesos geológicos, como fenómenos naturales, son clasificados como de naturaleza interna: vulcanismo, sismicidad, diapirismo, y externa: movimientos de ladera, hundimientos, inundaciones, avenidas torrenciales, avalanchas, erosión. Estos procesos representan graves riesgos para los bienes materiales y para las personas, si se tiene en cuenta que las pérdidas provocadas por los desastres o catástrofes naturales se incrementan de forma paralela al uso y explotación creciente que el hombre hace del territorio.

El componente suelo. En la caracterización del subsistema físico, con fines de ordenamiento territorial, el suelo desempeña un papel preponderante. Constituye el sustrato donde se desarrolla la vida terrestre, es el soporte de las plantas – principal fuente alimenticia del hombre y los animales– y les provee los nutrientes y minerales que ellas necesitan para su desarrollo. Además, el suelo es el soporte de las actividades económicas y culturales. Estas características hacen del suelo un sistema complejo, el cual debe ser evaluado de una manera integral en los procesos de ordenamiento territorial, a fin de proponer un aprovechamiento óptimo en concordancia con sus potencialidades y limitaciones.

El suelo debe ser caracterizado, considerando su importancia para el desarrollo, desde dos puntos de vista: el ecológico en los ecosistemas naturales y el de la productividad primaria en los sistemas agrícolas. En el primer caso se trata del valor intrínseco, basado en su génesis edafológica, y en el segundo, se trata del valor de uso basado en características como la pendiente, facilidad de laboreo, pedregosidad, drenaje, capacidad de retención de agua, disponibilidad de nutrientes, clima, etc. De esta manera, el estudio del suelo debe orientarse en dos direcciones: en primer lugar hacia la elaboración de un inventario y clasificación de suelos a partir de su génesis y de sus características intrínsecas, y en segundo lugar, hacia la realización de un inventario y clasificación de suelos desde el punto de vista de su capacidad de uso agrícola, pecuario y forestal.

La primera actividad que se debe desarrollar para conocer la vocación del recurso suelo, es la revisión y análisis de la información existente, con el objeto de tener un marco de referencia acerca de las potencialidades y limitaciones del recurso en mención. Esta información debe ser complementada con un análisis fisiográfico a partir de la interpretación de fotografías aéreas. El resultado de la fotointerpretación proporciona un mapa preliminar de unidades fisiográficas, que deben ser verificadas durante el trabajo de campo y caracterizadas por medio de la construcción de calicatas, a través de las cuales se pueda describir la profundidad, el perfil mineralógico, los horizontes, texturas y colores.

Los resultados finales se deben presentar en forma de mapas de suelos y su correspondiente memoria, en los cuales se identifican las unidades de mapeo y las clases taxonómicas de suelos que las conforman, con información adicional sobre aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, y de cobertura vegetal.

El componente hídrico. La importancia del agua como recurso vital y como constituyente esencial de nuestro entorno es indudable. Interviene de una manera o de otra en la mayoría de las actividades humanas, tanto de explotación como de utilización de los recursos, convirtiéndose en un factor determinante para la organización del territorio. La necesidad de garantizar la satisfacción oportuna de las demandas de agua para consumo humano, industrial y agrícola, y la necesidad de protegerla de la acción del hombre, representan aspectos que determinan la importancia de la caracterización del recurso hídrico para fines del ordenamiento territorial.

El diagnóstico de este recurso debe enfocarse, por consiguiente, en la identificación y localización de las corrientes y cuerpos de agua, en la identificación de las cuencas y microcuencas y su caracterización en términos de su calidad y cantidad. Debido a la importancia estratégica de este recurso su evaluación debe realizarse en función de la demanda que para consumo humano y actividades agrícolas se ejerce sobre él.

El componente minero. El medio físico ofrece una serie de recursos que representan la fuente de materias primas que el hombre utiliza para su beneficio. Este aprovechamiento requiere del conocimiento de los recursos que se encuentran en el territorio y de su localización, de tal forma que este pueda hacerse, respetando su capacidad de renovación e identificando su carácter estratégico para el desarrollo.

La caracterización del recurso minero debe estar enfocado hacia la definición de la importancia estratégica del recurso, la cual depende de factores geológicos y económicos. En este sentido, el análisis debe estar orientado a la caracterización de las zonas mineras, a la caracterización de la infraestructura de apoyo y a la caracterización económica de dichos recursos. La caracterización de las zonas mineras se realiza identificando el tipo de mineral explotado, su cantidad, calidad, el tipo de minería, grado tecnológico y consideraciones ambientales. La caracterización de la infraestructura de apoyo consiste en determinar los aspectos más importantes de la infraestructura vial y de servicios públicos. La caracterización económica se realiza identificando la producción, comercialización, demanda, empleo, posición en el mercado, etc.

El clima. La evaluación del clima, como elemento que incide directa e indirectamente en el desarrollo de todo ser vivo, es justificada si se tiene en cuenta su importancia como indicador de las condiciones ambientales en general –índices bioclimáticos y/o de aptitud bioclimática–, como condicionante de la localización –capacidad dispersante de la atmósfera y su dirección dominante, confort climático–, como condicionante del diseño de obras de infraestructura –lluvia, viento, insolación, nieve, estabilidad, etc.– y como recurso –evaluación energética de la insolación y de los vientos–.

La caracterización del clima se realiza a través de la clasificación climática, que tiene como fin establecer tipos de climas o conjuntos homogéneos de condiciones, climáticas, para poder definir regiones climáticas. Esta clasificación se debe realizar en función de los caracteres básicos: temperatura, viento, humedad, precipitación y otros.

El componente paisajístico. El paisaje se considera, dentro del diagnóstico del sistema natural, como un componente con elementos tanto del subsistema físico como del subsistema biótico, ya que incluye las geoformas con su correspondiente cobertura.

El paisaje entendido como la percepción del medio a partir de la expresión externa de éste, es un indicador del estado de conservación de la geofoma, de la vegetación, de las comunidades animales y del estilo de uso y aprovechamiento del suelo.

Aunque la percepción del paisaje depende de gran variedad de factores como la complejidad topográfica, el relieve, color, presencia de aguas, formas, intervención humana, etc., en este diagnóstico únicamente se consideran los componentes del paisaje de índole geomorfológico.

Mediante la geomorfología se puede determinar la calidad de cada unidad paisajística relacionada con un valor intrínseco: singularidad, diversidad y complejidad de la unidad paisajística, y el grado de conservación de la unidad, como resultado del uso de la tierra y la intervención humana.

Es importante anotar que en la presente investigación el paisaje se considera como un recurso más que tiene un potencial que debe valorarse y su sentido es diferente a la de "unidad de paisaje", dentro del concepto de la ecología del paisaje.

3.1.1.1.2 El subsistema biótico.

El subsistema biótico está integrado por dos factores indispensables para la supervivencia del hombre: la vegetación y la fauna. Estos factores juegan un rol importante en un proceso de ordenamiento territorial, toda vez que ellos cumplen una serie de funciones que favorecen y/o afectan el bienestar de la sociedad. Por lo tanto, garantizar la sostenibilidad de sus funciones requiere de un conocimiento detallado y práctico. Para lograr este objetivo la evaluación del subsistema se ha dividido en dos componentes a saber, flora y fauna.

Componente flora. La vegetación es uno de los indicadores más importantes de las condiciones naturales del territorio. Es el productor primario de la mayoría de ecosistemas, hábitat y soporte de la fauna, controlador de erosión, estabilizador de laderas, principal regulador hídrico y climático. Además, la vegetación es el componente del sistema natural donde mejor se evidencia y visualiza el impacto de las actividades antrópicas. Lo anterior hace de la vegetación un componente indispensable al momento de iniciar un proceso de ordenamiento territorial.

Para la caracterización y valoración de la vegetación, así como también de sus contribuciones prácticas en un proceso de ordenamiento territorial, se recomienda el sistema ecológico de **Zonas de Vida** (Holdridge, 1978), por su gran utilidad para la interpretación y clasificación jerárquica de la vegetación y el uso de la tierra.

Para la delimitación de las zonas de vida se sugiere seguir el criterio de gradiente altitudinal, para lo cual se debe tener en cuenta esencialmente la altitud, la temperatura, la precipitación y la fisonomía de las comunidades vegetales, es decir, la organización estructural y la homogeneidad florística.

Una vez identificada la zona de vida se deben seleccionar sitios sin rastros marcados de intervención antrópica, con el apoyo de fotografías aéreas, y delimitar parcelas de muestreo. El tamaño de las parcelas se determina según las características de la vegetación a muestrear y con los procedimientos recomendados por otros autores de investigaciones sobre vegetación de Colombia, (Rangel, 1982; Cleef et al, 1983; Lozano; 1984 Rangel y Franco, 1985). En términos generales, para la vegetación de las regiones de vida ecuatorial, subandina y andina se recomienda utilizar áreas de 400 m². Delimitada la parcela se debe proceder al inventario detallado de la vegetación. Con esta información se construyen tablas sintéticas, a partir de las cuales se realiza el análisis.

Componente Fauna. La fauna silvestre comprende aquellas especies animales, de vida libre y no domesticada, que forman poblaciones y comunidades estables. Estas especies constituyen para la población campesina e indígena un recurso importante en la nutrición a bajos costos. Además, ellas contribuyen en procesos tales como polinización de plantas, dispersión de semillas, descomposición de detritos, así como en la productividad secundaria y la circulación mineral.

La fauna representa un factor que normalmente es difícil de cartografiar, valorar y predecir su evolución, debido básicamente a las características propias de las comunidades faunísticas (variación en el tiempo, gran pluralidad de especies existentes y el carácter migratorio de muchas especies importantes). Por esta razón y para una mayor operatividad, se deben establecer como unidad de muestreo las zonas de vida.

La metodología debe consistir en la observación directa mediante recorridos por los diferentes ecosistemas y entrevistas a los habitantes de la localidad, seguida de la determinación taxonómica de los mismos, utilizando para ello textos especializados. A partir del inventario general, se procede a la elaboración de un listado de especies, el cual debe contener anotaciones sobre el estado actual de conservación de dichas especies, así como también sus principales atributos ecológicos como hábitat y dieta alimenticia.

3.1.1.2 El sistema antrópico.

En la evaluación del sistema antrópico se analiza el comportamiento de los seres humanos respecto del sistema natural. Las actividades realizadas por el hombre en el territorio corresponden a tres subsistemas del medio antrópico: el subsistema social, el subsistema económico y el subsistema artificial.

El subsistema social es uno de los ejes del análisis para la construcción de una nueva sociedad en donde los distintos actores sociales se integran en un proyecto que, más allá de la racionalidad instrumental y la racionalidad estrictamente económica, apunte a desarrollos humanos y colectivos más amplios. El fin último del subsistema social en la ordenación del territorio, es proporcionar las bases reales de la relación hombre – medio ambiente en un proceso participativo, interdisciplinario e interinstitucional.

El sistema natural, físico y biótico, tiene un ciclo natural como tal, hasta que llega la actividad humana y rompe con este ciclo. A partir de allí el sistema natural se convierte en soporte de actividades y generador de materias primas para la población que habita determinado territorio. El análisis del subsistema económico parte desde el momento en que el hombre empieza a intervenir en los recursos del sistema natural, con el fin de extraer subproductos que le generen beneficios en especie o en dinero.

3.1.1.2.1 El subsistema social.

En el subsistema social se incluyen los aspectos que definen a la población como grupos de importancia primordial en la definición y utilización del Plan de OT, en donde se observa al hombre como elemento transformador de los recursos naturales y consumidor de los recursos artificiales.

El subsistema social tiene como componentes: la demografía, el sistema de actores, la calidad de vida y la cultura, que a su vez contienen diferentes variables de análisis. Adicionalmente, el subsistema social abarca el componente institucional, en asocio con el subsistema económico (Véase Figura 11).

Componente demográfico. Es el principal componente del subsistema social ya que hace referencia al conjunto de personas que habitan en el área de estudio o sus alrededores y que presentan un grado determinado de integración directo e indirecto con el Plan de OT. Por su importancia, el diagnóstico del componente demográfico debe ser bastante preciso y concienzudo, ya que proporciona las bases para establecer las relaciones entre el territorio y la población.

La demografía se evalúa de dos formas: por una parte en su estructura, es decir de densidad de habitantes por área⁶, de distribución por sexo, edad y composición familiar, de distribución en la zona urbana y rural. Por otra parte en su dinámica, es decir, en los factores de crecimiento o disminución, en procesos migratorios, en factores de natalidad, morbilidad y mortalidad.

La caracterización del componente demográfico debe ir acompañado de figuras que muestren la pirámide poblacional del municipio, la estructura y la dinámica, y de mapas que muestren la densidad de población por vereda y la proyección de población por lo menos de 10 años⁷.

El sistema de actores. Este componente representa el comportamiento colectivo del grupo de actores, dentro y fuera de la región. En el sistema de actores se establecen las formas de organización social, de concertación, de jerarquización y los vínculos que se crean entre diferentes grupos ya sean territoriales o culturales.

⁶ Este indicador debe presentarse comparativamente con otros municipios o entidades territoriales con el fin de establecer escalas de mayor precisión en la etapa de prospectiva.

⁷ Esta proyección se realiza con base en una simple fórmula aritmética que, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento o decrecimiento de los períodos anteriores, proyecta sobre la base de año por año el número de personas que existirán en el municipio.

Para determinar el sistema de actores es necesario desplazarse a la región e indagar en las zonas rural y urbana, cuales son las principales características de cada grupo y su desempeño en la relación territorio-población.

La caracterización de este componente debe ir acompañada de un mapa que represente las relaciones territoriales intra e intermunicipales entre los diferentes grupos de actores.

Calidad de Vida. Es el componente más amplio para evaluar, requiere de sumo cuidado ya que los parámetros deben ser intrínsecos de la zona y no determinados por condiciones de vida ajenas a los pobladores evaluados.

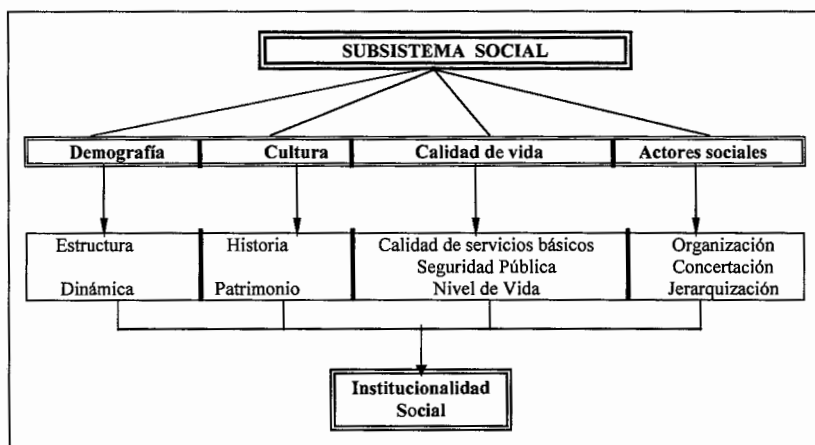


Figura 11. Esquema de los componentes y variables del subsistema social

Para determinar la calidad de vida como un nivel –grado– de vida de una población, se requiere tener en cuenta varios parámetros como: la infraestructura social disponible: escuelas, casetas, comunales, capillas, puestos o centros de salud, canchas, etc.; la cobertura, la calidad, el costo y el tipo de atención en salud, en educación, en recreación⁸, en deporte, en servicios públicos domiciliarios y colectivos⁹ (acueducto, alcantarillado, aseo, energía, medios de comunicación) y en viviendas (con o sin servicios básicos, en miseria, hacinamiento), entre otros.

⁸ Como parte de la recreación se encuentra el turismo que puede estar asociado directamente al sistema natural (geoturismo, bioturismo) o a un medio artificial.

⁹ El diagnóstico de los servicios públicos puede ser más amplio y profundo, para lo cual se sugiere relacionar la infraestructura del subsistema artificial con las posibilidades que ofrece el subsistema físico, entre las que se encuentran ser receptor de residuos (desechos sólidos, líquidos o gaseosos) y ser fuente de recursos (agua, tierra, entre otros).

La caracterización de la calidad de vida de los pobladores de la región debe realizarse diferenciando la zona urbana y rural, con apoyo de información secundaria de diversas fuentes, por ejemplo de monografías, estudios y estadísticas, pero principalmente visitando y consultando directamente a la población y a las instituciones encargadas de prestar los servicios sociales mencionados.

También es importante determinar cómo es la agrupación veredal o la jerarquía establecida entre centros poblados al interior de la región. Esta información también hace parte de un mapa temático que debe establecer los grupos funcionales y los diferentes niveles de artificialización de zonas cuya población se encuentra nucleada.

Cultura. En muchos casos la cultura es entendida como todo lo que compone al sistema antrópico. En esta propuesta la cultura se asume como un importante componente del subsistema social en el que se identifican diferentes formas del patrimonio y pasivo social.

La cultura puede estar representada por elementos tangibles como casas, restos arqueológicos, edificios, terrenos, obras de arte; o elementos intangibles como mitos, creencias, saberes, tradiciones, folclor, símbolos, valores y normas colectivas. En el diagnóstico del componente cultural es preciso determinar la historia y la evolución de los procesos antrópicos en el ente territorial y sus influencias en el ámbito interno y externo a él.

Para determinar la cultura de la región es necesario realizar entrevistas directas en la región con personas de todas las edades; los ancianos principalmente, llevan consigo una información sumamente valiosa que vale la pena registrar en medios audiovisuales; e indagar en todas las esferas de la sociedad municipal sobre sus diversas formas o expresiones y el grado de identidad colectiva con los referentes culturales.

Institucionalidad social. Este componente está asociado a todos los componentes del subsistema social y del subsistema económico. Se entiende como el establecimiento de formas y medios de ejecutar y controlar la actividad propia de un asentamiento humano, a través de órganos de administración implicados directa o indirectamente con responsabilidades y competencias en el territorio. Las instituciones pueden ser privadas o públicas, gubernamentales y no gubernamentales, formales e informales, de servicios varios, comunitarias, como juntas de acción comunal o grupos de trabajo.

En la caracterización de la institucionalidad social se debe determinar el grado de adaptación de la población a la normatividad vigente y el grado de gobernabilidad local: planificación, gestión y control de sus proyectos.

3.1.1.2.2 El subsistema artificial

En la caracterización de este subsistema es preciso determinar cómo es la cobertura artificial que presenta la región, especialmente en los centros urbanos, entendido éste como el que modifica parte del sistema natural para que se establezca una población nucleada. Este subsistema comprende los soportes materiales o los atributos físico-espaciales del territorio y de los centros poblados como son: el equipamiento colectivo, la infraestructura vial, la infraestructura de servicios colectivos, la infraestructura institucional, entre otros.

En otras palabras, se define como el resultado físico espacial –área construida– de la apropiación de la población sobre un entorno para explotarlo con fines de acopio, producción, y transformación. Generalmente se presenta en una forma concéntrica o agrupada con una dotación básica de servicios públicos comunales.

Lo más notorio del subsistema artificial es la superestructura urbana que articula las manifestaciones de la relación de apropiación del sistema social sobre el sistema natural. Básicamente se observa un agregado del subsistema artificial que permite la consolidación del asentamiento. Este agregado, denominado superestructura urbana, a escala regional se manifiesta en dos formas:

- *Lineal*: en tanto su presentación y origen en el espacio corresponden a una referencia de corredores y flujos de materia y energía, que van de un centro poblado a otro. Estos corredores se caracterizan por generar comunicaciones entre las manifestaciones concéntricas y pueden llegar en algún momento a desarrollar en torno de su estructura lineal, pequeños núcleos de desarrollo.
- *Concéntrica*: corresponde a los aglutinamientos de espacio físico construido y transformado en donde se agrupa la población. Generalmente en torno a una organización nucleada que crece a partir de una fundación política, administrativa, religiosa y que en algunos casos corresponde a una necesidad específica de explotación de un producto determinado.

La superestructura urbana incluye cinco componentes físicos, aun cuando su imaginario espacial sea representado lineal o concéntricamente. Dichos componentes y sus respectivas variables son:

Infraestructura de transportes: Es el componente que se encarga de llevar los flujos de materia y energía dentro del centro físico. Este componente es por excelencia lineal y se divide en cuatro variables: viaductos, oleoductos, fluviales, aéreos. La forma de evaluar su capacidad, eficiencia y respuesta a la necesidad presentada se da por la cobertura que tenga sobre la manifestación física.

Infraestructura de servicios públicos domiciliarios: Satisface la demanda de servicios, dota a las demás infraestructuras de las variables indispensables para su funcionamiento. Se encuentra compuesta por cinco variables: aseo, acueducto y alcantarillado, energía, gas y teléfono. Estas variables se analizan desde la cobertura del servicio y representan el nivel de servicios ofrecidos.

Infraestructura de equipamiento comunal: Este componente es resultante de la dotación comunal para el soporte, límite y posible expansión del centro urbanizado. Su conformación depende de nueve variables así: equipamiento educativo, equipamiento de salud, equipamiento institucional, amoblamiento urbano, espacio público, zonas de conservación arquitectónica, zonas verdes, de reserva y áreas recreativas, zonas de expansión y áreas suburbanas, zonas de riesgo para construcciones. Para el análisis de estas variables se evalúan los equipamientos por población atendida, el amoblamiento por su cobertura, el espacio público por el área disponible, las zonas de riesgo por el área ocupada.

Infraestructura de producción: Comprende las áreas ocupadas con destino al funcionamiento de las variables agrícola, industrial, comercial y de servicios. Su evaluación comprende las áreas ocupadas en infraestructura para tales actividades en el municipio.

Infraestructura de residencia: Este componente hace referencia a las zonas en donde la población se alberga. Se divide en dos variables: vivienda unifamiliar, vivienda multifamiliar. La forma de evaluar estas dos variables es cuantificando la población atendida.

En cuanto a la representación cartográfica se deben elaborar mapas a escala de casco urbano entre 1:1.000 a 1:2.000, planos del municipio o localidad en general entre 1:10.000 a 1:50.000 y los de región mayor entre 1:50.000 y 1:500.000. Es importante aclarar que en la representación cartográfica existe otra visual de dos dimensiones en escala pequeña. Se trata de los perfiles de los componentes y de sus variables. Estos perfiles o cortes, longitudinales y transversales, se utilizan para observar la proporción espacial de los componentes y sus variables en simultánea interacción con otros componentes y variables.

El perfil se representa en el mismo plano en conjunto con la planta, de forma que mientras ésta analiza el espacio en el ámbito horizontal, el perfil lo analiza en forma vertical. Un perfil puede contener simultáneamente variables de diferentes componentes, lo que lo convierte en una herramienta fundamental para la visión integral de la superestructura urbana. El criterio de selección del perfil va atado a la tipología de mayor relevancia en el asentamiento, puesto que solo representa una sección. Para mayor precisión se recomienda hacer un perfil por cada cambio, sino se toma por secciones típicas.

3.1.1.2.3 El subsistema económico:

El análisis económico evalúa las relaciones microeconómicas que se presentan en la cadena producción –distribución– cambio y consumo de bienes y servicios, así como también evalúa el comportamiento de grandes agregados macroeconómicos generados en las relaciones intra, inter y externas a la región.

El sistema natural puede ser potenciador de procesos económicos como también un limitador de los mismos. Así mismo, los efectos de la explotación económica del sistema natural puede generar bienestar o puede generar una problemática cuando las formas de producción, transformación y consumo no son las más adecuadas para mantener un desarrollo sostenible y por el contrario degradan la base natural o el stock de capital que se requiere para reproducir bienes y servicios. El subsistema económico representa principalmente una demanda constante que depende del número de población susceptible de utilizar los bienes y servicios.

El análisis del subsistema económico –primario, secundario y terciario– en el territorio se realiza básicamente sobre los tres grandes sectores de la economía y sobre la institucionalidad económica. (Véase Figura 12).

Factor predial. Es un factor de capital que incluye la forma de distribución de la propiedad, el tipo de tenencia de los predios, la renta de la tierra y el estado de legalización. En algunos casos el agua y su forma de apropiación también se convierten en un factor de capital importante de evaluar en el análisis económico.

En las regiones donde las disposiciones legales incluyan áreas para conservación, protección o recuperación del medio ambiente, estas deben mantenerse como prioridad y reevaluar su manejo con los actores sociales. Por el contrario, en las regiones donde no existan estas áreas, se evalúa la posibilidad de reglamentar la protección de ecosistemas que así lo requieran. Esta determinación debe ser ampliamente discutida por los técnicos que evalúan el sistema natural.

Para evaluar el factor predial se identifica en primera instancia la proporción del área de la zona urbana y de la zona rural y las diferencias en la propiedad de la tierra entre ambas zonas. Se determina el costo de la tierra por vereda en relación con factores climáticos, topográficos, hidrográficos, tipo de explotaciones, de infraestructura vial, de infraestructura social y de cercanía a centros poblados importantes.

Sector primario. Es el sector productor de materias primas, en él se encuentran el subsector agrícola (permanente y transitoria), pecuario (mayor, menor, apícola, piscícola, avícola) y el subsector extractivo (forestal, minero, acuático).

Se determina cuál de los anteriores subsectores genera mayor dinámica económica en el municipio y al interior de ellos la explotación de cual producto es el principal generador de empleo y de ingresos a la región, y cuál es la participación en el producto interno bruto de la economía en una región política mayor, como un departamento o estado o a nivel nacional.

Se establece el área del territorio destinada a la explotación de los diferentes productos, los sistemas de producción, los rendimientos por área, la tecnología utilizada, los principales problemas y las principales ventajas de la producción.

Dependiendo de los renglones productivos que se exploten en el territorio, es importante establecer cual es el grado de deterioro que causan en el sistema natural, cuales son las tecnologías apropiadas y la posibilidad de explotarlo sosteniblemente.

Sector secundario. Es el sector transformador de materias primas, que dependiendo del tipo de producto y del proceso, del número de empleados, de los volúmenes transformados, la tecnología utilizada, la periodicidad y la inversión pueden ser de pequeña, mediana, gran industria, agroindustria o microempresa.

Se establece el número de industrias, agroindustrias o empresas transformadoras de materias primas y su importancia en la generación de empleo, de ingresos y en el aporte al producto interno bruto de la región y del departamento. Además, se describen las principales características de los procesos transformadores, la tecnología utilizada, la generación de procesos contaminantes, la dinámica que le da al territorio municipal, el grado de transformación y el tipo de productos y subproductos que se obtienen.

Sector terciario. Es el sector del comercio y los servicios. En cuanto al comercio se determina el tipo de comercio local o regional, formal e informal, los principales productos comercializados desde el municipio hacia afuera y viceversa, se analiza la cadena de intermediación asociada con la comercialización de productos y los márgenes de ganancia desde el productor hasta el consumidor final, además se establece la infraestructura comercial que existe en el municipio (vías, centros de acopio, almacenes, bodegas, etc.). De esta información se genera un mapa temático para establecer los flujos del mercado y su continuidad al interior y exterior de la región.

En cuanto a los servicios, se identifican los principales servicios asociados a la dinámica económica del municipio como son las entidades financieras, las organizaciones no gubernamentales, los servicios especializados –los que ofrecen bienestar al ciudadano y mejores condiciones de vida, y los servicios colectivos, como restaurantes, hoteles, turismo, etc.. Se determina el grado de generación de empleo que se establece a través de ellos, su importancia en el municipio y su relación con los otros sectores de la economía municipal.

Institucionalidad económica. Básicamente se trata del comportamiento administrativo y financiero de la región administrativa. Evalúa el desempeño de las entidades territoriales en el manejo de sus recursos humanos y financieros, ingresos y egresos, la capacidad administrativa y financiera con que cuenta la organización para llevar a cabo sus compromisos y el potencial de gestión para mejorar y corregir sus deficiencias.

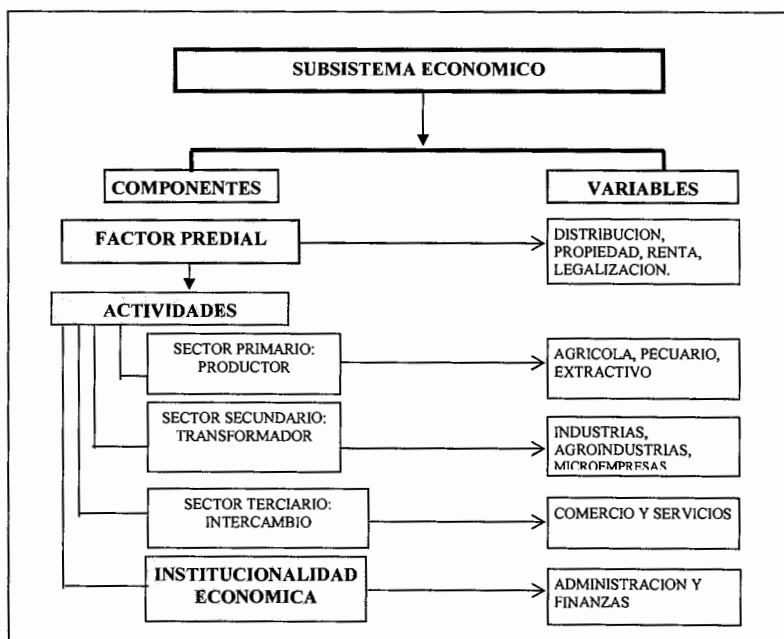


Figura 12. Esquema de componentes y variables del subsistema económico

La situación administrativa se determina estableciendo el tipo de esquema organizativo que funciona entre las personas encargadas de la alcaldía o administración regional, las dependencias que existen y sus labores principales, la planta de cargos, autonomía, descentralización y eficacia funcional.

La situación financiera se determina estableciendo la categoría socioeconómica de la región, el movimiento de ingresos y de egresos y la compatibilidad entre ellos, la capacidad de endeudamiento y el modo de inversión social per cápita, además de establecer el grado de gestión para conseguir otros recursos y la eficiencia fiscal para el cobro de ingresos propios.

3.1.2 Segundo Nivel: Fase analítica.

Una vez realizada la primera etapa del diagnóstico se continúa con la fase analítica. El análisis se realiza a través de una valoración del potencial de los componentes del sistema territorial, de la determinación de la demanda y de los conflictos ambientales y del establecimiento de la capacidad de acogida para desarrollar las diferentes actividades de uso del territorio.

3.1.2.1 Valoración del potencial.

Como ya se mencionó, el diagnóstico territorial es la herramienta que permite conocer la situación general de cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del sistema territorial, pero presenta la información a manera de inventario, por esencia estático que no permite establecer claramente elementos de juicio que conlleven a la identificación de las características de esa oferta y demanda ambiental y de los conflictos entre ellas.

En este sentido, se hace necesario darle un valor agregado a la información obtenida en el diagnóstico, mediante una valoración que permita establecer diferencias entre los potenciales de cada uno de los componentes de los sistemas natural y antrópico, así como de la demanda sobre los recursos. Esta valoración permite por consiguiente identificar de una manera semicuantitativa los potenciales de los recursos y la demanda sobre ellos, situación que por un lado facilita su especialización, y por el otro, permite mayor claridad en la identificación de las potencialidades, las restricciones, la demanda y los conflictos que se presentan en el territorio. Esta valoración se concreta en la determinación del geopotencial, el biopotencial y el sociopotencial como elementos que miden el potencial de los subsistemas físico, biótico, social, artificial y económico respectivamente.

La valoración entonces, permite resaltar las riquezas del sistema natural y la intensidad de la demanda sobre los recursos que se encuentran en él, representando la herramienta a partir de la cual se determina la capacidad de acogida del territorio y se elaboran los escenarios alternativos en la etapa de prospectiva.

El problema se centra por consiguiente en la identificación de la oferta (potencial) y demanda ambiental en el territorio. Visto de manera simplista, bajo la óptica de la economía, se podría entender como el juego de la oferta y de la demanda en el mercado. Pero es preciso aclarar que en esta valoración no se está definiendo el "precio" típico que se establece en un mercado para los sistemas del territorio, puesto que una valoración basada en precios no sería integradora y se estaría sumando a los parámetros de la esfera económica exclusivamente, dejando de lado la valoración social o intangible que tienen los sistemas del territorio.

Para la valoración de cada uno de los componentes de los sistemas natural y antrópico se propone utilizar una escala de uno a cinco que corresponden a los siguientes valores: **1** muy bajo, **2** bajo, **3** medio, **4** alto y **5** muy alto.

A continuación se presentan los aspectos más importantes que se deben considerar en la valoración de los sistemas natural y antrópico. Las especificidades de la valoración de cada uno de los componentes se presentan en los el capítulo 4.

Después de superar el tema referente a la valoración del potencial se entra al tema de la demanda, los conflictos entre la oferta y la demanda ambiental, para finalmente abordar lo referente al análisis de capacidad de acogida y su evaluación.

3.1.2.1.1 El geopotencial.

Expresa el potencial del subsistema físico, entendido este como el subsistema del medio ambiente conformado por los materiales, procesos y formas terrestres del suelo y subsuelo de composición predominantemente abiótica: suelo, roca, aire, agua y paisaje en cuanto a percepción del medio.

En este subsistema tienen lugar una serie de procesos endógenos y exógenos que involucran tipos naturales de energía –gravitacional, solar, energía interna de la tierra y otras– incluyendo las modificaciones resultantes de la acción biológica y humana. A partir de estas consideraciones Velázquez et al. (1996) han retomado el concepto de geopotencial para designar “*la capacidad medible inherente al conjunto de elementos que conforman el medio físico, de permitir o limitar el uso sostenible de la tierra*”.

El subsistema físico así concebido incluye el recurso suelo en sus diferentes acepciones, el sustrato rocoso con todos los recursos presentes en este, los recursos hídricos superficiales y subterráneos, los procesos geológicos, en todas sus escalas –procesos tectónicos, erosivos, por meteorización, etc.– y las relaciones dinámicas que se establecen entre estos elementos y dan origen a las características específicas de cada territorio, incluyendo las amenazas naturales.

El geopotencial pretende medir una especie de “determinismo geográfico” fundamentado en las oportunidades y condicionantes del subsistema físico para acoger las actividades y proyectos de desarrollo de una sociedad. La capacidad del medio físico a medir, se refiere a la posibilidad real de ser utilizado como fuente de recursos, o sea proporcionar los recursos naturales necesarios para los procesos de desarrollo de una sociedad, receptor de desechos, esto es la capacidad de recepción y asimilación de los diferentes desechos que producen las actividades antrópicas, soporte de actividades, o capacidad de sustentar los usos que el hombre necesite dar al territorio, y como generador de amenazas –restricciones naturales debidas a la ocurrencia de amenazas naturales y a la vulnerabilidad de los ecosistemas–. En la Tabla 1 se presenta la síntesis de los componentes del subsistema físico que se deben de valorar y sus respectivos indicadores.

Potencial del componente Geomorfológico.

La Geomorfología analiza las formas del terreno y los agentes que las generan, las geoformas se constituyen en el lugar físico donde se desarrollan los suelos, la flora y la fauna, se establecen las sociedades y donde ocurren todas las interrelaciones de los sistemas natural y antrópico. En este orden de ideas, la

geomorfología es un tópico importante en la planificación del territorio con influencia principalmente en el trazado de vías de comunicación, en el acondicionamiento de los depósitos de agua, en la solución de los problemas de erosión, y en la remoción en masa y en la prospección y explotación de recursos naturales.

Desde el punto de vista ambiental el componente geomorfológico puede evaluarse desde numerosos enfoques entre los que se destacan el interés científico-educativo, el paisajístico, el trazado de vías de comunicación y líneas vitales, ubicación de reservorios de agua para consumo, riego y producción de energía.

Para la evaluación del potencial geomorfológico se recomienda llevar a cabo los siguientes pasos:

- Recolección y análisis de información.
- Inventario y descripción de unidades geomorfológicas.
- Identificación de variables e indicadores de valoración.
- Asignación de coeficientes de valoración y valores de las variables.
- Aplicación de la ecuación síntesis.

Potencial científico-educativo. Desde este enfoque el componente geomorfológico es susceptible de ser valorado como un bien, ya que la geoforma es el lugar que soporta los sitios de interés, p.e.: formas kársticas, secuencias sedimentarias, secciones geológicas tipo, yacimientos fosilíferos, biotopos, etc.

En este caso se hace necesario elaborar un inventario de sitios de interés científico-educativo, teniendo en cuenta al menos los siguientes tipos:

- Interés paleontológico: cuando existe un yacimiento fosilífero destacable.
- Interés estratigráfico: relacionado con la presencia de secciones geológicas tipo.
- Interés pedológico: existencia de asociaciones de suelos de importancia relevante.
- Interés paleogeomorfológico: cuando se tiene una geoforma fósil.
- Interés ecológico: si la geoforma soporta algún tipo de ecosistema especial.
- Rasgos geológicos inusuales: presencia de características geológicas especiales.
- Procesos geomorfológicos de interés: si los procesos morfogenéticos y morfodinámicos son destacables.

El potencial científico-educativo se debe valorar considerando aspectos como el grado de conocimiento del elemento de interés, de su rareza, de su importancia con respecto al entorno y de su estado de conservación.

En el numeral 4.1 se presenta en forma detallada una propuesta para evaluar el potencial científico-educativo.

Potencial Paisajístico. La percepción del paisaje depende de gran variedad de factores tales como la complejidad topográfica, relieve, color, presencia de agua, formas, intervención humana, significado, accesibilidad, condiciones para observación, etc.; adicionalmente esta percepción es totalmente subjetiva para el ojo de aquel que tiene un acercamiento ante un paisaje, de manera que puede tener igual valor paisajístico una selva tropical húmeda que un desierto.

El potencial paisajístico se determina a partir de la consideración y valoración de aspectos como la complejidad y contraste del relieve, la diversidad de las unidades geomorfológicas, el alcance visual, la presencia de cuerpos de agua, la rareza de las geoformas, de su estado de conservación, de su importancia local, regional o nacional y de la posibilidad que existan sitios desde los cuales se puedan observar.

En el numeral 4.1, se presenta una propuesta del modo en que se puede valorar el potencial paisajístico en el territorio municipal.

Potencial del componente suelo.

La valoración del recurso suelo se propone realizar a partir de la identificación de su capacidad para acoger los usos agrícolas, pecuario, forestal y de conservación. Normalmente la capacidad de uso de los suelos se estima considerando las clases agrológicas como el indicador que permite definir el potencial agrícola de los suelos y las limitaciones de su uso, pero debido a las limitaciones que tiene este sistema de clasificación americano se propone un sistema de valoración que determina las potencialidades y limitaciones del suelo en función de los usos agrícola, pecuario, forestal y de conservación.

El sistema de clasificación propuesto determina la vocación del suelo tomando la información que para cada unidad fisiográfica suministran los mapas de suelos sobre los parámetros de pendiente, erosión, inundabilidad, profundidad efectiva, textura y fertilidad. Para cada unidad fisiográfica se determina el potencial para los usos agrícola, pecuario, forestal y de conservación, asignando pesos a cada parámetro con el fin de jerarquizar la importancia que cada uno de ellos tiene en un uso determinado.

El orden de presentación de los parámetros debe ser coherente con su relevancia o tipo de incidencia en la disponibilidad del recurso en aspectos relativos tanto al uso y manejo del mismo, como a su calidad. El uso se entiende como la destinación de las tierras a una actividad determinada y el manejo como el tratamiento que se da a éstas de acuerdo a su uso.

Así por ejemplo, desde el punto de vista del énfasis de su influencia en la utilización práctica de los suelos a la pendiente corresponde el mayor peso en ponderación, ella influye sobre un sinnúmero de fenómenos: el movimiento de materiales y de agua en el suelo afecta, condiciona y define prácticas y técnicas de

manejo de los suelos, mientras que la erosión complementa en tal sentido dicho factor.

De otro lado, la inundabilidad es un factor que tiene que ver tanto en problemas de uso como de manejo; esta condición es perjudicial para el normal desarrollo de las plantas. De modo similar la profundidad y la textura son factores determinantes por excelencia de la introducción o no de tecnologías de producción o conservación. Cualitativamente hablando, la fertilidad es considerada como la síntesis o la expresión de la calidad del recurso edáfico; su definición es, por tanto, útil en orden a precisar de manera integral el geopotencial del recurso.

En el numeral 4.2, se presenta de una manera detallada la propuesta metodológica para evaluar el potencial del recurso suelo en función de los usos agrícola, pecuario, forestal y de conservación.

Potencial del componente hídrico.

La evaluación del recurso hídrico debe considerar tanto el potencial de agua superficial como subterránea. Para cada uno de ellos se debe pensar en la valoración utilizando indicadores que permitan determinar su potencial en función de los principales usos del recurso en el territorio municipal.

Potencial del recurso hídrico superficial. Para determinar el modo en que se debe abordar el estudio del recurso hídrico superficial, con fines de ordenamiento territorial, es indispensable identificar los posibles usos potenciales de este recurso en el territorio.

En este sentido, y para efectos de la localización de las actividades humanas, el agua ha de considerarse desde tres puntos de vista: como recurso, como medio receptor de residuos y como ecosistema.

Para evaluar el potencial del recurso agua con fines de ordenamiento territorial es necesario seleccionar los usos que estratégicamente influyen más en el desarrollo del municipio, y a su vez es indispensable identificar las variables e indicadores más importantes que puedan influir en la determinación del potencial.

A nivel de la región se recomienda evaluar el recurso hídrico superficial en función de su potencial para abastecer de agua potable a la población y para el riego de cultivos. Con la evaluación de estos potenciales se pretende integrar los aspectos más relevantes para dar solución a la problemática ambiental relacionada con el aprovechamiento de este recurso y que básicamente se enfocan a la satisfacción de la demanda de agua para consumo humano y para agricultura.

Una vez seleccionados estos usos es necesario proponer los indicadores más prácticos y ágiles para determinar el potencial. Es así como se propone para determinar el potencial para consumo humano y agrícola, la utilización de indicadores de cantidad y calidad. Con estos dos indicadores se pretende determinar las zonas o áreas del territorio que ofrecen una mayor cantidad del

recurso y a su vez, cuál presenta una mejor calidad, para ser consumida por el hombre o para ser utilizada en actividades agropecuarias.

Para la determinación de la cantidad de agua disponible se debe realizar un balance hídrico, el cual debe aplicarse a partir de métodos hidrológicos según la información disponible en las diferentes entidades encargadas de procesar dicha información y dependiendo también de la calidad y confiabilidad de la misma. En el capítulo 4 se presenta una propuesta para determinar la cantidad del recurso hídrico superficial en la región.

Así mismo se propone enfocar el análisis de la calidad del recurso agua considerando como alternativas de aprovechamiento estratégico, el agua que se destina para el consumo humano y para el riego de cultivos. A pesar que el aprovechamiento del recurso agua en actividades industriales es también importante, su evaluación no se ha considerado por el hecho que se pretende desarrollar una metodología para abordar la evaluación de este recurso en regiones con un comportamiento eminentemente rural, en los que estas actividades no son relevantes. Además, los requerimientos de calidad de agua para el uso industrial no son tan importantes como lo es para consumo humano y para el riego.

Para realizar el análisis de la calidad del agua cruda para consumo humano, se propone la aplicación de un índice de calidad en el cual se tienen en cuenta aquellos parámetros físico-químicos que más influyen en los posibles tratamientos que se hacen al agua, para hacerla apta para consumo humano.

Con base en los decretos y reglamentos de cada país o región, se establece un Índice Global de Calidad del agua, IGC, según los criterios y límites adoptados para los diferentes parámetros, con valores entre cero y cien. El valor cero corresponde a las condiciones de máxima contaminación, mínima calidad; el valor cien a las condiciones de un agua excelente, máxima calidad, y los valores intermedios a otros grados de polución. En el numeral 4.3 se presenta de una manera detallada la propuesta para evaluar el potencial del recurso hídrico superficial.

Para determinar el potencial del agua para riego se propone utilizar la clasificación suministrada por el Manual N°60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos¹⁰. Esta clasificación considera la evaluación de las condiciones de salinidad o contenido de sodio intercambiable en cualquier zona de riego, como las variables básicas que se deben de considerar en una investigación que pretenda identificar la calidad de las aguas para el riego de cultivos. En el numeral 4.3 se presenta la propuesta metodológica para evaluar la calidad del agua para el riego de cultivos.

¹⁰ SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México, 1965

En referencia a la evaluación del potencial del recurso agua como parte esencial de los ecosistemas, su evaluación es mucho más difícil y compleja. Sin embargo, es importante resaltar que según las investigaciones sobre el tema, se debe establecer qué porcentaje de los caudales mínimos de las corrientes de agua, con un periodo de retorno de cinco años, se debe mantener para garantizar el cumplimiento de su función dentro de los ecosistemas.

Potencial del recurso hídrico subterráneo. A pesar de que las aguas superficiales representan la primera alternativa para el suministro de agua para consumo humano, también es cierto que son vulnerables. En este sentido las aguas subterráneas constituyen una opción, que por sus características de menor exposición son menos vulnerables, pero que requieren de un manejo apropiado para garantizar su óptima calidad y sostenibilidad.

Además de su uso para consumo humano, las aguas subterráneas de menor calidad pueden ser utilizadas para la industria y la agricultura, representando una alternativa importante para aquellas zonas en las que el déficit del recurso hídrico superficial limita el desarrollo normal de estas actividades. Sin embargo, como recurso estratégico para el progreso de una región se debe garantizar su uso racional de acuerdo con las necesidades y proyecciones de desarrollo del área en que se encuentren.

Las aguas subterráneas en comparación con las superficiales se caracterizan porque son menos susceptibles a la contaminación, se presentan en grandes cantidades y contienen menos componentes patógenos.

La evaluación del recurso hídrico subterráneo con fines de ordenamiento territorial, se debe enfocar hacia la determinación del potencial de estas aguas en función del uso. En este sentido, los análisis se deben centrar en la determinación de la cantidad y calidad de los acuíferos, con el objeto de definir la posibilidad de su aprovechamiento.

A veces se tienen limitaciones en cuanto a información, que solo permiten realizar una valoración en términos de las características hidrogeológicas generales de la región, tales como la definición preliminar de las áreas con potencial de recarga. La valoración del potencial hidrogeológico en estos términos permite conocer de una manera preliminar las áreas de la región a través de las cuales puede ocurrir la recarga potencial de los acuíferos.

En el numeral 4.4 se presenta una propuesta para valorar las zonas con potencial de recarga de acuíferos.

Potencial del recurso mineral.

Las características geológicas constituyen un factor básico que condiciona la actividad minera ya que según la conformación geológica de una región

determinada se puede deducir la disponibilidad o no de minerales económicamente explotables. En el presente trabajo se plantea una metodología preliminar de valoración de los recursos geológico-mineros.

Se definen como recursos geológico-mineros a aquellos materiales geológicos que por sus características particulares, se constituyen en fuentes de materiales primarios para el desarrollo de los diferentes procesos industriales y urbanos de las sociedades. En general se clasifican en elementos metálicos, minerales industriales, minerales energéticos, y rocas industriales.

Para la valoración del recurso minero se propone utilizar cuatro variables principales: características del recurso, explotabilidad del mineral, factibilidad del plan minero y las características de comercialización del mineral. Cada una de estas variables se desagrega en subvariables que son las que permiten valorar cada variable y obtener el potencial del recurso mineral en el municipio.

En el numeral 4.5 se presenta la propuesta metodológica para valorar el potencial del recurso mineral.

3.1.2.1.2 El biopotencial.

Como biopotencial se define al conjunto heterogéneo de elementos bióticos de tipo silvestre y su sistema de interrelaciones funcionales y estructurales, que es y/o puede ser aprovechado por las diferentes especies, entre ellas el hombre. Se manifiesta en biodiversidad, disponibilidad, distribución, riqueza y calidad de especies, que en su conjunto se traducen en oferta de bienes y servicios ambientales.

El objetivo de valorar el potencial biótico es estimar la calidad ambiental de los ecosistemas presentes en las zonas de vida existentes en el territorio. Se entiende por valor, la expresión cuantitativa de los méritos que tiene un ecosistema en su situación actual para ser considerado en un programa de planificación. De igual manera se entiende por conservación como el uso a perpetuidad de los recursos del ecosistema, en forma tal que se garantice su producción sostenida.

La valoración del biopotencial debe incluir la definición de una serie de variables que servirán de base a la posterior valoración: tamaño, estado de conservación; determinado a partir de conceptos tales como biodiversidad, densidad de cobertura, endemismos y estado evolutivo. Además, también se debe evaluar la importancia estratégica de la unidad a través de la consideración de las siguientes funciones: mantenimiento de servicios ambientales, prevención de riesgos ambientales, producción de bienes ambientales y área de influencia.

En el numeral 4.6 se presenta de manera detallada la propuesta para valorar el biopotencial en el ámbito municipal.

3.1.2.1.3 El sociopotencial

Se denomina sociopotencial a las potencialidades del sistema antrópico para adaptarse racionalmente al sistema natural, en otras palabras, es la capacidad que tiene la población para relacionarse con el sistema natural (subsistemas físico y biótico) para sacar el mejor provecho de él sin deteriorarlo, de modo que siempre existan condiciones naturales para que las actuales y futuras generaciones se abastezcan y satisfagan sus necesidades en armonía con la naturaleza.

El potencial social o económico de la entidad territorial puede manifestarse en el grado de organización para generar cada vez mejores condiciones de vida, en el grado de participación en la gestión ambiental y en el grado de concertación para darle el mejor uso al sistema natural.

En términos sociales, la potencialidad para lograr un desarrollo sostenible viene dada por el tipo de cultura que tenga la población determinada, por el arraigo a su patrimonio natural, por el tipo de educación y de organización, por el cubrimiento institucional y por la infraestructura social asociada al manejo del sistema natural.

En términos económicos, la potencialidad para lograr un desarrollo sostenible está dada por la manera como se explotan los recursos naturales para extraer materias primas, por la calidad de vida de los habitantes, por los medios y maneras utilizados en la transformación de los productos, por los tipos de consumo y servicios ambientales y por la importancia presupuestal que se le dé al manejo del medio ambiente.

La población que habita en la región y aún la población externa a ella, que tiene un carácter de población flotante, son quienes usufructúan el territorio para generar bienes derivados principalmente del medio natural y servicios derivados principalmente del medio antrópico, como una forma de reproducir sus recursos y de transformarlos en satisfactores de necesidades.

Bajo este orden de ideas, se entiende por potencial económico a la capacidad que tiene la población para transformar sus recursos en bienes y servicios con el fin de reproducir mejores condiciones de vida, pero sin forzar al medio natural y antrópico por encima de su disponibilidad real.

El potencial económico está íntimamente ligado al geopotencial, al biopotencial y al sociopotencial, ya que depende de las condiciones que ofrezca el territorio (suelo, agua, fauna, flora, etc.) como soporte de actividades y depende de las personas que puedan desarrollar actividades económicas (población económicamente activa).

Por su parte, la superestructura urbana crece con base en el potencial del subsistema artificial y se mantiene sobre el potencial natural y sobre las adaptaciones que se hagan sobre el medio transformado y el natural. En este

sentido, se puede hablar de potencial del subsistema artificial, de demanda y de conflictos.

Las entidades territoriales, se asientan en un lugar que por sus condiciones le han permitido el desarrollo de ciertas actividades grupales. Es así como el modo de apropiación de una cultura exige una forma de desarrollo sobre dicho territorio – de aprovechamiento–, a estos elementos que componen un conjunto espacial, que desde la perspectiva integral del ambiente se les puede llamar potencial ambiental.

En la medida que se transforme ese potencial ambiental inicial, que en un principio sirvió como nicho de conformación de ese asentamiento, se afirma que el potencial ambiental cambia al adicionar un valor agregado por el trabajo y la transformación. Así mismo, en la medida en que esas transformaciones se van volviendo más complejas y cada vez sirven para satisfacer necesidades habitativas de la población que alberga, se habla de un mayor potencial artificial.

En los numerales 4.7, 4.8 y 4.9 se explica de una manera detallada la propuesta metodológica para valorar el potencial de los subsistemas social, artificial y económico.

3.1.2.2 La Demanda Ambiental.

La demanda ambiental del territorio está determinada por el tipo e intensidad de uso que la población le de periódicamente al territorio y a sus recursos conexos.

Como se mencionó en el tema anterior, el potencial ambiental se entiende como la aptitud de los sistemas natural y antrópico para satisfacer demandas de tipo natural y antrópicas. Por lo tanto, la demanda ambiental se traduce en los requerimientos cuantitativos y cualitativos de orden espacial y temporal que requiere un territorio para lograr un desarrollo integral y sostenible.

Se entiende por demanda social a los requerimientos del medio antrópico sobre el sistema natural y las variables sociopotenciales, siendo aquellos aspectos sociales susceptibles de cambio para lograr una armonía en la relación hombre-medio ambiente.

En términos generales, la mayoría de la demanda ambiental del territorio es realizada por la población al ejecutar acciones que tienen como fin, satisfacer sus necesidades y aunque esto significa que la demanda ambiental es antrópica es preciso aclarar que al interior y al exterior del sistema natural también existen demandas. De igual forma, el sistema antrópico no sólo se puede presentar como un demandante de recursos, es también un oferente de potencialidades sociales, económicas e institucionales.

En este sentido, la demanda ambiental puede tener varios puntos de partida y de llegada:

- Una demanda del sistema natural por lo que ofrece el mismo sistema natural.
- Una demanda del sistema natural por lo que ofrece el sistema antrópico.
- Una demanda del sistema antrópico por lo que ofrece el sistema natural.
- Una demanda del sistema antrópico por lo que ofrece el mismo sistema antrópico.

Una vez identificados los tipos de demanda ambiental, se procede a determinar con mayor precisión las actividades demandantes dentro de cada uno de estos niveles de demanda ambiental para posteriormente realizar un estimativo de la cantidad o calidad de recurso demandado en un período de tiempo determinado. Dependiendo de las variables analizadas, la demanda ambiental puede expresarse en términos cuantitativos y cualitativos como se observa en la Tabla 5.

Una de las variables del sistema antrópico necesaria en el análisis de la demanda es la cantidad de población, expresada en la densidad de habitantes por área.

Esta variable esclarece un poco más el camino a seguir en la selección del escenario deseado ya que muestra la tendencia de crecimiento de la población y por lo tanto, las necesidades de bienes y servicios requeridas para ser consumidas por el ser humano; además, dan indicios de la ubicación futura de la demanda de bienes y servicios, por lo tanto se debe considerar como un insumo que se debe integrar con los insumos aportados sobre el sistema físico y el sistema biótico y sobre otros aspectos relevantes en el momento de definir el ordenamiento del territorio.

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

La variable densidad poblacional está estrechamente relacionada con la intensidad de usos de los recursos del sistema natural. Esta intensidad crece a medida que aumenta el consumo de bienes. En las actuales condiciones del país la tendencia al desarrollo de los sectores productivos induce a un crecimiento continuo de la demanda por parte de la población; en este sentido es básico determinar dónde se encuentra ubicada espacialmente la masa poblacional consumidora de bienes. La demanda ambiental puede ser de varios tipos: interna y externa y a su vez presentar diversas características.

3.1.2.2.1 La demanda ambiental interna.

Se refiere a la forma, cantidad e intensidad de uso del territorio y de sus recursos ya sea para consumo interno o para consumo externo.

En primer lugar, existe una demanda de los recursos naturales en bruto, es decir, como los ofrece el medio natural; esta demanda puede ser de suelo, de agua, de flora o de fauna, de minerales, entre otros. El cálculo de esta demanda se hace según parámetros tentativos y subjetivos en los que debe incluirse la experiencia de la comunidad.

VARIABLES CUANTITATIVAS	VARIABLES CUALITATIVAS
<ul style="list-style-type: none"> • Proyecciones de población. Preferiblemente a 10, 15 o 20 años, con su respectiva densidad de población proyectada por área. • Cálculo de la demanda de vivienda, de necesidades de realojamiento y de tenencia de la tierra. • Terrenos disponibles para diferentes usos: conservación, producción, residencias, comercio, industria. • Cálculo de la calidad y cobertura de los servicios requeridos en salud, educación, agua potable y saneamiento básico, recreación, cultura, deporte, vías, equipamiento, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tendencias del suelo rural para uso minero, agrícola, pecuario, extractivo, turístico. • Tendencias del suelo urbano para uso residencial, comercial, industrial, institucional. • Tendencias de uso del agua para consumo humano, riego, uso industrial, navegación, extracción, etc. • Tendencias de uso y explotación de los recursos minerales. • Sentido de pertenencia al territorio y cultura ambiental. • Capacidad institucional administrativa y financiera. • Desarrollo de la región dentro de una región natural o socioeconómica.

Tabla 5. Variables de la demanda ambiental

En segundo lugar, la demanda de bienes primarios o transformados depende de la cantidad de población que exista en el territorio y de las actividades comerciales por a que pasen los productos; por lo tanto es necesario determinar qué cantidad de población existe y proyectar su crecimiento o decrecimiento, al mismo tiempo que se evalúan los tipos de consumo típicos y promedio y los canales a través de los cuales los productos llegan al consumidor final.

Por otra parte, la demanda ambiental también puede ser de servicios, para lo que se requiere conocer los intereses de la población y sus tendencias y perspectivas al interior y exterior del municipio.

Como un fenómeno importante se debe destacar el conflicto generado entre la oferta de los medios natural y antrópico y su correspondiente demanda, como se amplía en el tema posterior referido a conflictos.

3.1.2.2.2 La demanda ambiental externa.

Se refiere a la cantidad, forma e intensidad del consumo de bienes y servicios que no están ubicados en el territorio sino en áreas vecinas, en la región, en el

departamento, en el país o en otros países, pero que se requieren para satisfacer las necesidades de la población asentada en el territorio.

El análisis de la demanda externa está ligado a las relaciones externas del territorio y su entorno regional, departamental, nacional o internacional. La demanda ambiental externa se evalúa por producto o servicio en cuanto a cantidad, periodicidad origen y destino final. Este tipo de variable inserta al territorio en relaciones interregionales en donde se puede ubicar como un oferente potencial o un demandante potencial.

Para evaluar la demanda ambiental externa es necesario identificar los proyectos de tipo subregional, departamental, regional y nacional que se encuentren prospectados en la zona de influencia y las posibilidades que esta tiene para satisfacer dicha demanda.

3.1.2.3 Capacidad de acogida.

Después de la valoración de cada componente, se procede a determinar la capacidad de acogida del territorio. En esta parte del proceso se aplica una metodología específica considerando la Capacidad de Acogida como “el grado de compatibilidad del territorio y sus recursos naturales para soportar actividades”.

A partir de la determinación de la capacidad de acogida se pretende definir para el territorio, la actividad vocacional más característica, acorde con el potencial de los subsistemas físico, biótico, social y económico.

Esta capacidad no se puede determinar para cada punto del territorio, razón por la cual es necesario realizar el análisis, considerando unidades territoriales integradoras, ambientales o de potencial que permitan integrar la información existente. Estas unidades ambientales se pueden definir en forma empírica o atendiendo a semejanzas geomorfológicas, climáticas, etc.

Las unidades de integración ambientales o de potencial, representan entonces unidades territoriales básicas que permiten la expresión de los elementos y procesos del territorio en términos comprensibles, y sobre todo en términos operativos. Además de desempeñar una función importante como base integradora de los aspectos sectoriales, representan la desagregación del ámbito de estudio en porciones territoriales más pequeñas.

Debido a las características del proceso de planificación ambiental se ha considerado como insumo básico para la delimitación de las unidades de integración a la cuenca o a las microcuenas internas de la entidad territorial, ya que éstas presentan una estructura que permite la integración de los sistemas natural y antrópico, considerando a su vez dentro de ésta, unidades geomorfológicas como las que integran el análisis de lo natural, y a las veredas y centros poblados, como los que integran el análisis de lo antrópico.

La unidad integradora se define como “un área determinada con cierto grado de homogeneidad que permite un análisis holístico de las interrelaciones e interdependencias entre los sistemas natural y antrópico, con el fin de establecer los potenciales y los conflictos de los componentes del territorio y de realizar una planificación conjunta entre los actores tendiente al desarrollo sostenible”.

Según Gómez Orea, (2002), se pueden seguir dos métodos para determinar la capacidad de acogida del territorio: el modelo impacto/aptitud, de carácter sistémico y el método empírico, no sistémico, basado en la experiencia.

El método impacto/aptitud, opera sobre los conceptos de impacto, entendido como el efecto potencial de una actividad sobre una unidad genérica de potencial, y de aptitud, entendida como la medida en que una unidad de potencial cubre los requisitos locacionales de una actividad. Se fundamenta en la evidencia de que, de acuerdo con las definiciones dadas, la mayor capacidad de acogida para una actividad determinada la proporcionan aquellos puntos o unidades de potencial donde coincide la máxima aptitud y el mínimo impacto potencial negativo, o en su caso, el máximo positivo. Desde un punto de vista social podría decirse que en ese lugar convergen los intereses del promotor del proyecto y de conservacionistas del medio.

El modelo empírico se basa en la experiencia del equipo interdisciplinario e interinstitucional de trabajo y requiere por lo tanto, un menor grado de sistematización. Para su elaboración se trabaja sobre una matriz de capacidad de acogida en la que se relacionan las actividades de uso del suelo y las unidades de potencial, para cruzarlas aplicando la clasificación elegida y concertada para la capacidad de acogida. En este modelo está implícita la evaluación de alternativas incorporadas con base en la experiencia de los técnicos especialistas y concededores del territorio.

De acuerdo al alcance y al grado de detalle del plan de ordenamiento ambiental territorial, se puede aplicar cualquiera de los métodos presentados anteriormente. Lo más importante de esta parte del proceso es la generación de una matriz y un mapa que debe plasmar, según la valoración del potencial de los sistemas natural y antrópico, la actividad para la cual el sistema natural tiene mayor vocación.

En la determinación de la capacidad de acogida es fundamental definir los usos posibles del territorio. En este sentido, se deben tener en cuenta los usos típicos y potenciales que soporta el territorio para el desarrollo de las actividades. A continuación se presentan los usos más probables que se deben considerar en la determinación de la capacidad de acogida.

Es importante señalar que dependiendo de las características de los sistemas natural y antrópico, estos usos pueden variar de un lugar a otro, y que en el 90% de los casos son usos directamente antrópicos; en el 10% restante son usos

antropicos indirectos. Entre los grupos de usos del territorio expuestos a continuación hay interdependencias e interrelaciones:

Uso minero. Actividad económica extractiva que corresponde a los sectores primario y secundario de la economía. La explotación minera no sólo está relacionada con el uso del suelo sino también con el del subsuelo. El uso minero está orientado a la explotación de minerales metálicos, no metálicos y energéticos. En la mayoría de los casos, la producción minera requiere un uso intensivo del suelo o subsuelo dependiendo de las formas de extracción del recurso.

Uso agropecuario. Actividad del sector primario de la economía cuya función básica es la producción de materias primas y alimentos. Incluye los usos agrícolas del suelo que pueden estar destinados a tres tipos de cultivos: cultivos transitorios, cultivos semipermanentes y cultivos permanentes. Incluye el uso pecuario que se refiere principalmente a la ganadería extensiva o intensiva, por ser el renglón pecuario que utiliza en mayor medida el soporte suelo. Y finalmente incluye el uso múltiple en el que se contemplan cuatro alternativas de uso del suelo:

Agropecuario (AP): Combina la actividad agrícola con la pecuaria.

Silvoagrícola (SA): Combina la actividad silvícola con la actividad agrícola.

Silvopastoril (SP): Combina la actividad silvícola, generalmente árboles productores de madera como cercas vivas, alimento o forraje, con la pecuaria (ganado o pasturas).

Agrosilvopastoril (ASP): Combina la actividad agrícola, cultivos semipermanentes y permanentes, con la pecuaria en plantaciones forestales.

Uso forestal. La flora silvestre es el conjunto de especies e individuos vegetales que no se han plantado o mejorado por el hombre, mientras que la plantación forestal es el bosque originado por la intervención directa del hombre. En ambos casos puede existir aprovechamiento forestal, es decir, el uso por parte del hombre, de los recursos maderables y no maderables¹². A su vez las plantaciones forestales pueden ser:

Productor de carácter industrial o comercial: se establecen en áreas forestales productoras con el propósito de destinarlas al aprovechamiento forestal.

Protector: Áreas forestales protectoras para proteger o recuperar algún recurso natural renovable y se puede realizar aprovechamiento de productos secundarios.

Protector-Productor: se establecen en áreas forestales protectoras-productoras, en las cuales se puede realizar aprovechamiento forestal, condicionado al mantenimiento o renovabilidad de la plantación.

Actividad pesquera. Es de utilidad pública e interés social; se entiende como el proceso que comprende la investigación, extracción, cultivo, procesamiento y comercialización de los recursos pesqueros; estos a su vez se entienden como parte de los recursos hidrobiológicos susceptibles de ser extraídos sin que se

¹² Decreto Ley 1791 de 1996. Régimen de Aprovechamiento Forestal, Artículos 1 y 69.

afecte su capacidad de renovación con fines de consumo, procesamiento, estudio u obtención de cualquier otro beneficio¹³. La pesca se clasifica:

Por razón del lugar donde se realiza: Pesca continental, que puede ser fluvial o lacustre y Pesca marina, que puede ser costera, de bajura o de altura.

Por razón de su finalidad: de subsistencia, de investigación, deportiva y comercial, que puede ser industrial o artesanal.

Conservación. La conservación se define como el manejo idóneo de un área y sus recursos naturales, tanto actuales como potenciales, con el fin de mantenerlos en el tiempo. Generalmente se aplica a aquellas áreas naturales que por presentar características singulares en cuanto a geomorfología, suelos, riqueza biológica, nacimientos de agua, potencial turístico e investigativo entre otros deben conservarse.

El parque natural es el método más común para el manejo de áreas de conservación, los cuales pueden ser complementados con otras categorías de manejo distintas, las cuales una vez tomadas en conjunto, pueden suministrar a los planificadores un amplio marco de opciones legales y de gestión para la conservación y manejo de los recursos del territorio.

Aprovechamiento de agua. El agua ya sea subterránea o superficial presenta la posibilidad de utilizarse en diversas actividades orientadas al aprovechamiento del recurso. Entre estas actividades se encuentran: consumo humano y doméstico, actividades agropecuarias, preservación de flora y fauna, recreación y generación de energía eléctrica.

Infraestructura. La infraestructura se destaca como un uso que cada vez tiene mayor demanda, debido a la necesidad del servicio en masa que atiende; la infraestructura hace parte del subsistema artificial o construido y se diferencia en:

Lineal: Son las vías carretables, nacionales, departamentales, locales o urbanas; vías férreas, fluviales, oleoductos, gasoductos, rutas aéreas, tendido eléctrico.

Equipamiento colectivo: comprende los parques, la malla vial interna de los centros poblados, las plazas, de toros, de ferias, de mercado; las instalaciones institucionales y las subestaciones de servicios.

Social: se subdivide en infraestructura social básica: instalaciones en educación, salud, vivienda, recreación y deporte, e infraestructura social domiciliaria: instalaciones de energía, telefonía, acueducto, aseo y alcantarillado.

Uso turístico: Actividad económica que corresponde al sector terciario de la economía, cuya función básica son los servicios recreativos que por un lado

¹³ Ley 13 de 1990. Estatuto General de Pesca, Artículos 3, 7 y 8.

pueden estar asociados a las bondades del sistema natural, el disfrute de los recursos naturales, las bellezas escénicas y paisajísticas, y por otro pueden estar asociados al subsistema artificial –infraestructura turística–.

Uso urbano. Áreas donde existe concentración de población, infraestructura habitacional y de servicios, equipamiento físico, áreas consolidadas de edificaciones y una serie de servicios comerciales y sociales que en conjunto forman un núcleo urbano con características particulares que lo identifican como un subsistema artificial. Adicionalmente se considera el suelo de expansión urbana como un área circundante al área urbana que tiene posibilidades de incluirse dentro del perímetro urbano.

Uso Suburbano. Son áreas ubicadas dentro del suelo rural, terrenos que generalmente no están destinados a uso urbano, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad¹⁴.

Uso industrial. Se refiere al uso del territorio y sus recursos conexos para transformar materias primas y convertirlas en productos y subproductos mercadeables. Dependiendo del tipo y forma de los insumos utilizados, la actividad industrial puede ser agroindustrial, industrias ligadas al sector agrícola o industrial propiamente dicha: elaboración de productos alimenticios, fabricación de bienes de consumo.

Como ya se mencionó, existen diferentes métodos para evaluar la capacidad de acogida, pero los resultados obtenidos deben conducir a lo mismo, es decir a generar un insumo que permita orientar el enfoque de prospectiva dentro del proceso de ordenamiento ambiental territorial. En la Tabla 3, se presenta a modo de ejemplo una matriz de capacidad de acogida en la que se han propuesto cinco niveles de acuerdo al grado de compatibilidad entre el potencial ambiental del territorio y las actividades antrópicas que se pretenden realizar en él.

Para cada unidad de integración se evalúa la tolerancia que presenta el territorio para las diferentes actividades y el resultado se presenta según diferentes niveles de capacidad de acogida. Los cinco niveles propuestos para la clasificación de la capacidad de acogida del territorio son:

Muy alta (Valor = 5): Equivale a una capacidad de acogida vocacional o a una actividad considerada idónea.

Alta (Valor = 4): Equivale a una capacidad de acogida compatible o a una actividad considerada como aceptable.

Media (Valor = 3): Equivale a una capacidad de acogida compatible limitada, o a una actividad considerada como posible, siempre y cuando satisfaga alguna

¹⁴ Adaptado De la Ley 388 de 1997, Artículo 34.

condición especial o un prerrequisito. Por ejemplo, la necesidad de un estudio de impacto ambiental previo a la ejecución de una determinada actividad.

Baja (Valor = 2): Equivale a una capacidad de acogida incompatible o a una actividad no admisible.

Muy baja (Valor = 1): Equivale a la exclusión de la capacidad de acogida o a una actividad inaceptable bajo cualquier circunstancia.

3.1.2.4 Conflictos ambientales.

El uso excesivo e inadecuado de la oferta natural, origina una serie de conflictos ambientales que deben ser tenidos en cuenta en el ordenamiento ambiental territorial de la región. De otra parte, los conflictos de índole socioeconómica pueden limitar las posibilidades de manejo ambiental del territorio.

Los conflictos en el territorio municipal pueden ser de varios tipos: conflictos por el uso de los recursos del subsistema físico como el suelo, el agua y los recursos minerales, o por el uso de los recursos bióticos, o en otros casos conflictos de tipo socioeconómico que involucran a diversos grupos de la población y que inciden en el ordenamiento del territorio.

En esta sección se analizan los principales conflictos ambientales que se pueden presentar en el territorio y que inciden con mayor fuerza en el desarrollo sostenible, aunque es preciso tener en cuenta que a medida que pasa el tiempo se pueden presentar una serie de conflictos coyunturales y desaparecer otros.

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

La superposición del mapa de uso actual del suelo con la del mapa de capacidad de uso o uso potencial del suelo permite conocer los conflictos existentes entre la oferta del recurso suelo y su demanda en términos de la definición de las áreas que tienen un manejo adecuado, inadecuado o son subutilizadas.

La superposición de estos dos mapas permite definir tanto el tipo como el grado del conflicto, esta relación puede visualizarse como un quebrado cuyo numerador representa el uso actual y el denominador el uso potencial.

Los mapas de uso actual y de conflictos pueden ser utilizados como indicativos de un análisis de la dualidad oferta—demanda del territorio y por consiguiente son de gran importancia en la determinación de los escenarios de uso del territorio.

Es a partir del análisis de estos dos mapas, se pueden establecer algunos criterios para la determinación de los escenarios de uso del territorio. Por ejemplo, tomando como referencia el uso actual se pueden establecer las áreas relictuales de bosques que requieren ser conservadas y protegidas en el modelo territorial que

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

Entre los conflictos ambientales de uso del suelo se pueden encontrar:

- Destrucción de la vegetación natural vs. la conservación de la biodiversidad.
- La utilización de las áreas altoandinas para actividades agropecuarias y mineras vs. pérdida de oferta hídrica, suelos y biodiversidad, y alteración por uso de plaguicidas.
- Ubicación de rellenos sanitarios sobre acuíferos o zonas mineras especialmente materiales de construcción.
- La deforestación incontrolada y masiva vs. la conservación de aguas, zonas de recarga de acuíferos, suelos, fauna y flora.
- El uso actual inapropiado de los suelos con vocación forestal o con aptitud agrícola, en ganadería.
- El establecimiento de plantaciones forestales con especies exóticas o inapropiadas vs. alteración de la cobertura vegetal natural, de la estructura el suelo, de su capacidad de almacenamiento y regulación del agua y la pérdida de biodiversidad.
- Ubicación de estaciones de gasolina.
- Quemadas reiteradas de la vegetación vs. supresión de la cobertura vegetal natural, desaparición de la fauna y pérdida de nutrientes.
- La erosión ocasionada por prácticas agrícolas inadecuadas y el sobrepastoreo vs. el mantenimiento de la cobertura vegetal natural.

3.1.2.4.2 Conflictos de uso del agua.

Uno de los recursos naturales que más conflictos genera es el agua, ya que cada vez es más escasa y su importancia es vital para la población y los seres vivos y es además fundamental para el desarrollo de múltiples actividades. Entre los conflictos ambientales de uso del agua se pueden encontrar:

- La desecación de humedales con fines agrícolas o urbanísticos vs. la conservación de los recursos bióticos e hídricos.
- La descarga de aguas negras y agentes contaminantes en cursos de aguas vs. la pérdida de disponibilidad de agua para consumo humano y otras actividades.
- La utilización inapropiada y no sostenible de acuíferos vs. la disponibilidad de aguas subterráneas.
- La incontrolada utilización de aguas subterráneas vs. la pérdida de aguas superficiales.
- Visiones politiqueras, feudalistas y tradicionales.

3.1.2.4.3 Conflictos socioeconómicos.

Los conflictos de orden social o económico que inciden en el “desordenamiento” pueden tener muchas causas y ser coyunturales o permanentes, pero su incidencia recae sobre la protección y el manejo del medio ambiente imposibilitando el logro de un desarrollo sostenible. Entre estos conflictos socioeconómicos se encuentran:

- La construcción de vías vs. la desaparición de masas boscosas, desestabilización geológica de suelos, pérdida de acuíferos y generación de focos erosivos.
- La explotación de hidrocarburos vs. deterioro ambiental y riesgo de supervivencia de etnias y de su cultura.
- El abuso en la utilización de agroquímicos y pesticidas vs. la salud humana, la vida animal y vegetal y la conservación de la calidad de aguas y suelos.
- El establecimiento de industrias contaminantes del aire, el agua y los suelos en zonas cercanas a asentamientos humanos vs. sanidad ambiental y salud humana.
- La explotación de materiales de arrastre y canteras vs. la conservación de acuíferos, de la cobertura vegetal del paisaje y en algunos casos, del patrimonio arqueológico.
- La colonización dirigida y la espontánea, posteriormente convalidada vs. sustracción de Areas de Reserva Forestal y la conservación de bosques.
- La inexistencia de normas reguladoras de la utilización y vertimiento de agentes altamente contaminantes en la actividad minera vs. la alteración de los ecosistemas adyacentes y del recurso hídrico.
- El manejo inadecuado de basuras y residuos sólidos vs. preservación de la calidad ambiental.
- La existencia de grupos armados y en conflicto por intereses políticos vs. la posibilidad de reordenar conjuntamente el territorio.

3.1.3 Tercer nivel: Fase de síntesis.

Una vez realizadas las fases descriptiva y analítica de la etapa del diagnóstico del Plan de OT, se procede a realizar una síntesis que será el punto de partida para la etapa posterior, la prospectiva.

La fase de síntesis es el último nivel en el cual se evalúan los sistemas del territorio. En esta fase, los actores sociales también deben establecer cuales son las principales conclusiones del estado de su territorio. Así mismo, el equipo técnico debe llevar a cabo varias discusiones para precisar su síntesis técnica. Esta síntesis del diagnóstico debe ser clara, concisa y breve; en ella no se trata de repetir datos, sino de analizarlos y expresarlos en términos que faciliten la comprensión de la situación del territorio a todos los interesados en él.

Concretamente, la síntesis del diagnóstico debe girar en torno a:

- La jerarquía e importancia del sistema de actores en el territorio.
- Las principales relaciones de la región a planificar en un contexto más regional, nacional e internacional.
- Las características más sobresalientes de los componentes y las variables evaluadas.
- La síntesis de la oferta y la demanda ambiental.
- El análisis de la capacidad de acogida con miras hacia el futuro del territorio.
- Los principales conflictos relacionados con el aprovechamiento de los recursos del territorio.
- La problemática entre los sistemas del territorio.
- La posibilidad de darle vida o gestionar lo propuesto en el Plan de OT.

3.2 ETAPA DE PROSPECTIVA

Dentro del proceso de ordenamiento ambiental territorial, la prospectiva representa la etapa en la que se integran todos los resultados obtenidos en las fases del diagnóstico, con el fin de generar uno o varios escenarios de desarrollo que sirvan de instrumento para la toma de decisiones en lo referente a la ocupación, utilización y transformación del territorio en el corto, mediano y largo plazo.

La prospectiva busca el diseño de varios escenarios alternativos de uso del territorio y un escenario concertado, mediante los cuales se planteen diferentes formas de ocupación que conduzcan al desarrollo sostenible desde el ente local.

La prospectiva se viene desarrollando desde los años cincuenta como respuesta a las necesidades de interpretar los fenómenos históricos, políticos, territoriales y culturales de las poblaciones, con el fin de generar herramientas que lleven a la solución, en un futuro definido, de los conflictos que en el pasado y en el presente han afectado el funcionamiento de los sistemas.

A continuación se dan algunas ideas y conceptos sobre la prospectiva territorial y se plantean algunos lineamientos que se deben considerar en el proceso de construcción de los escenarios territoriales.

3.2.1 Prospectiva territorial.

La prospectiva va del futuro al presente y consiste en atraer y concentrar la atención sobre el futuro. Se caracteriza por mantener un amplio horizonte de visión en eventos de largo plazo. La prospectiva representa un dilema entre lo posible y lo deseable: lo posible se refiere a lo conocido y lo deseable es lo aspirado.

La prospectiva territorial es un proyecto social y político concertado, en el que se programan las decisiones y actuaciones sobre el territorio, previendo sus efectos positivos y negativos. De manera que la prospectiva territorial se desarrolla no

sólo desde la capacidad de acogida del territorio, sino igualmente desde la capacidad de conjunción de las fuerzas territoriales.

Territorialmente, la prospectiva podría partir del diseño del futuro probable y posible, estableciendo los objetivos y metas. Estas metas se deben ajustar a partir del análisis técnico, para posteriormente diseñar los escenarios.

Por lo anterior, el ejercicio prospectivo debe abordar un conjunto de respuestas a los problemas territoriales o las alternativas para el aprovechamiento de potencialidades viables a nivel técnico y práctico; por ello, el diseño de una imagen objetivo requiere mayor discusión y consenso de parte de todos los actores involucrados en la dinámica del territorio.

Esta imagen objetivo consiste en un conjunto de escenarios de ordenamiento, los cuales son tan sólo un medio para representar la realidad futura y programar la ejecución de las acciones presentes, a la luz de futuros posibles y deseables.

3.2.2 Tipos de escenarios.

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

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

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

A partir del análisis técnico se pueden generar escenarios factibles que representan alternativas ideales basadas en la evaluación que los profesionales hacen sobre el territorio. Por otra parte, se pueden generar escenarios deseables que representan las necesidades y la visión futura de los actores sociales en su territorio.

En la elaboración de los escenarios para un plan de OT se debe considerar por un lado la capacidad de acogida del territorio, expresada en términos de la posibilidad que tiene el territorio de acoger diferentes actividades en función del potencial de los subsistemas físico, biótico, social y económico. Y por otro lado los objetivos de desarrollo integral del municipio, expresados en el tipo de actividades productivas a impulsar en el territorio que dependen de la visión que en un momento determinado tengan los actores sociales y los tomadores de decisiones sobre el futuro del territorio.

Los escenarios tienen como fin, cumplir unos objetivos de desarrollo sostenible. Este objetivo es algo a lo que se apunta y puede ser definido con diferentes grados de concreción. Algunos de los objetivos por los cuales se determina un escenario pueden ser:

- Garantizar que el territorio sea utilizado tratando de aprovechar adecuadamente el potencial de los recursos que se encuentran en él.
- Garantizar para cada punto del territorio la conservación de sus valores ecológicos, paisajísticos, productivos y científico-culturales.
- Aprovechar el territorio respetando los usos limitados por restricciones geológicas y ecosistémicas.
- Proponer medidas para mejorar, recuperar o rehabilitar, los elementos y procesos del sistema natural que se encuentren degradados por actividades incompatibles con su vocación intrínseca.
- Proponer usos del territorio que garanticen conservación, protección y a su vez el desarrollo de la provincia o estado donde se encuentra la región.
- Establecer líneas de acción para la puesta en valor de aquellos recursos naturales que se encuentren ociosos o insuficientemente aprovechados.

En la mayoría de estos objetivos se plantea el concepto de conservación como la utilización de los recursos naturales en beneficio del hombre de tal manera que se garantice su permanencia en el tiempo, es decir, la producción sostenida del bien o servicio que puedan prestar.

La conservación, no obstante, aún siendo condición necesaria no es suficiente para obtener un desarrollo integral del territorio, por lo que se debe dar paso a mejorar, recuperar o rehabilitar para otros usos, aquellos recursos, ecosistemas o paisajes degradados en el ámbito del plan. Tampoco es suficiente para lograr un desarrollo integral del territorio, el desarrollo económico particular de las actividades derivadas del uso del suelo. Es decir, se debe tener en cuenta un desarrollo sostenible que garantice la calidad de vida de las poblaciones actuales y futuras.

El diseño de un modelo territorial que racionalice los usos del suelo y permita el control de éste y de los aprovechamientos, constituye la materialización espacial de la mayor parte de los objetivos planteados. El escenario es el marco en el que se inscriben las acciones necesarias para la consecución del conjunto de los objetivos.

De esta forma, el ordenamiento territorial, puede expresarse en términos de unos ámbitos espaciales a los que se denomina categorías de ordenamiento. Las categorías de ordenamiento son identificadas con criterios diversos, cada categoría se adopta como base para definir los niveles de uso del territorio y la forma en que pueden desarrollarse las actividades humanas para que se garantice la conservación y explotación sostenida de los recursos que contiene. La expresión cartográfica de las categorías de ordenamiento constituye el escenario que se propone para el OT.

Las categorías de ordenamiento se definen de forma concertada, a partir de las unidades de potencial y de su capacidad de acogida. Sobre esta base se aportan nuevos criterios de tipo zonal, de accesibilidad, de intervención, de afectaciones normativas, de facilidad de gestión, de propiedad, de uso y de aprovechamiento actual del suelo, entre otros.

Las categorías de ordenamiento tienen carácter propositivo, constituyen las unidades territoriales básicas sobre las que se elaboran las propuestas de OT. En algunas de las categorías habrá acuerdo entre la vocación del sistema natural y la realidad actual del territorio; en otros casos, ambos aspectos serán discordantes, dando origen a categorías de ordenamiento a crear.

A continuación se establecen las categorías de OT que pueden proponerse en el municipio y que se reducen a varios niveles de actuación sobre el territorio, con posibilidades de ampliar cada categoría:

Las zonas de conservación. Se orientan al mantenimiento de aquellos recursos naturales, elementos, procesos, ecosistemas o paisajes valiosos, bien por su estado de conservación o por la relevancia de su naturaleza dentro de los sistemas del ámbito del plan. Esta conservación se plantea con distinto grado de intensidad según las características de aquello que se trata de proteger.

Las zonas de aprovechamiento. Se orientan al aprovechamiento de recursos naturales susceptibles de explotación económica, propiciando el uso para el cual el territorio presenta mayores capacidades y evitando la aparición de actividades que merman su potencialidad. Se plantean diferentes categorías en función de criterios tales como la calidad de los suelos, la pendiente del terreno, la presencia de recursos mineros, los usos actuales y la localización geográfica.

Las zonas de expansión. Conforman las zonas más aptas para soportar usos que consumen de forma irreversible el territorio: urbanos, industriales y de infraestructuras. Las zonas de expansión requieren de una planificación muy detallada del uso del territorio pues ya no son áreas con componentes naturales sino artificiales que ameritan un análisis físico-espacial de detalle con su correspondiente propuesta de ordenamiento, especialmente en los municipios con grandes centros poblados que tienen un sistema construido nucleado de gran importancia en el desarrollo de todo el territorio.

Para definir las zonas de expansión se requiere determinar la complementariedad entre el perímetro urbano del(os) centro(s) poblado(s) y su correspondiente perímetro sanitario. Para mayor claridad y con fines de elaboración de una guía para plantear el Plan de Ordenamiento Territorial se realiza una tabla donde se ejemplifica la relación territorio-actividades, y en donde se pueden establecer los usos y actividades propiciados, admisibles con limitaciones, y los prohibidos. (Véase Tabla 6).

3.2.2.1 Escenarios factibles y deseados.

La elaboración de los escenarios para Ordenamiento Territorial no debe ser tarea exclusiva de los técnicos. Si así fuese, sólo se daría pie a los escenarios factibles y no a los deseados por las personas que diariamente habitan el territorio municipal. Para diseñar los escenarios alternativos se puede partir de los elementos resultantes en la capacidad de acogida del territorio.

3.2.2.1.1 Escenarios factibles.

El análisis del potencial y de la capacidad de acogida del territorio permite la elaboración de tantos escenarios como considere el planificador, según las tendencias hacia las que desee inducir el desarrollo de la región. A modo de ejemplo se plantean tres tipos de escenarios factibles para un territorio determinado:

- ESCENARIO 1. Considera como criterio más importante de ordenamiento territorial *la protección y conservación de la naturaleza* como elemento básico para garantizar la supervivencia del ser humano. Es un escenario en el que prevalece la protección y conservación sobre la explotación del territorio con fines productivos. El fin de este escenario conservacionista es el de mantener la capacidad productiva de los ecosistemas naturales, garantizando la integridad del capital natural y los servicios que presta a la población. Esto significa un gran cambio en los modelos tradicionales de desarrollo, pues prevalece la conservación de los recursos naturales sobre cualquier actividad que se pretenda desarrollar en el territorio.
- ESCENARIO 2. Considera como criterio más importante de ordenamiento territorial el desarrollo *de todas las actividades productivas posibles con fines económicos*, dejando a un lado el criterio conservacionista. Es un escenario desarrollista donde prevalece la explotación de los recursos para lograr un crecimiento económico por encima de la conservación estricta. El objetivo principal que se persigue con este escenario es el crecimiento de los indicadores económicos; es un crecimiento motivado por la ganancia y el consumo de recursos buscando generar mayores volúmenes de producción para establecer más mercados de orden interno y externo.
- ESCENARIO 3. Es un posible *escenario intermedio entre el conservacionista y el desarrollista*. Por un lado tiene en cuenta el crecimiento económico, y por otro la conservación de los recursos naturales para garantizar un mejor nivel de vida a las generaciones actuales y futuras. Su perspectiva se desarrolla a través del corto mediano y largo plazo, en donde poco a poco se va organizando las actividades de uso del territorio de forma tal que satisfaga las necesidades de la población y al mismo tiempo se considere la necesidad de un equilibrio con las actividades de conservación del sistema natural. Con este escenario no se pretende detener el desarrollo económico, sino

reorientarlo a la búsqueda de solución a los problemas sociales y ambientales que degradan el territorio y la calidad de vida de la población. Tampoco se pretende prohibir extremadamente el uso de los recursos naturales, sino aprovecharlos racionalmente de forma que se pueda garantizar al máximo la sostenibilidad de las actividades y se sigan satisfaciendo necesidades para la población.

CATEGORÍAS DE ORDENAMIENTO	USOS ACTUALES O POTENCIALES DEL TERRITORIO											
	Agrícola	Pecuario	Forestal	Conservación	Múltiple	Minero	Uso doméstico De agua	Turismo	Infraestructura	Urbano	Suburbano	Industrial
ZONAS DE CONSERVACION	3	3	1	1	2d	3	1	3	3	3	3	3
ZONAS DE APROVECHAMIENTO	2d	2d	2d	2d	2d	2a	2d	2d	2a	2a	2a	2a
ZONAS DE EXPANSION	3	3	2d	2d	2d	3	1	3	2b	2b	1	2b

MECANISMOS DE REGULACION	1	Propiciado
	2	Admisible con limitación
	a	Sometido a evaluación de impacto ambiental
	b	Sometido a permisos o controles especiales
	c	Regulado por un plan territorial sectorial
	d	Regulado por un plan municipal ambiental
	3	Prohibido

Tabla 6. Matriz de categorías de ordenamiento

3.2.2.1.2 Escenarios deseados.

Por su parte, los escenarios deseados son los que la población, según su cultura, su forma de adaptarse al territorio y sus características de vida, consideran como los más apropiados para seguir conviviendo en el espacio que ocupan. Muchas veces los escenarios deseados son consecuencia de las frustraciones grupales, de las presiones inducidas o del desconocimiento de alternativas mejores, es por ello que el planificador y la comunidad deben concertar uno o varios escenarios tendenciales, de acuerdo a la intención de ordenar el territorio que es objeto de estudio y nicho de la población.

Es en esta parte, donde la sostenibilidad del territorio se presenta como una dinámica que requiere de la proyección de la sociedad a través del tiempo y del espacio como protagonistas, y gestores de su propio desarrollo en armonía con la naturaleza como su fuente de recursos básicos. Por esto, el desarrollo sostenible del municipio no se hace sólo a través de la planificación y de la normatividad del uso del territorio; se trata de un proceso más complejo que requiere de una cultura adaptativa de la población frente a él; es un proceso que se va incorporando gradualmente a través de un horizonte de corto, mediano y largo plazo.

Para ello es importante tener claro que en cada región existen diferentes posibilidades de desarrollo que se deben conciliar entre los sistemas naturales y antrópicos característicos de diferentes zonas. Lo importante es lograr satisfacer

las necesidades de la población actual, dejando condiciones naturales para que en un futuro las nuevas poblaciones también puedan satisfacer sus necesidades.

Para hacer posible la imagen-objetivo planteada en este escenario, es necesario compartirlo y construirlo con todos los actores involucrados en el desarrollo del municipio, desde el nivel local en línea horizontal (pasando por los niveles municipales, departamentales y nacionales) y en línea vertical (con todas las instituciones que tienen jurisdicción en las diferentes regiones del municipio).

3.2.2.1.3 Escenario concertado.

Una vez establecidos los escenarios alternativos por parte de los técnicos y de los agentes locales, se procede a realizar un taller para definir cual podría ser el escenario más propicio en el cual converjan los intereses futuros de la mayoría de los participantes en el proceso del OT y para la definición de las políticas y estrategias que se van a adoptar en el ordenamiento del territorio.

En este taller debe existir amplia participación de la alcaldía municipal, el Consejo municipal, las instituciones con jurisdicción en la región, los líderes comunitarios y todas aquellas personas que quieran hacer parte del proceso. Las preguntas claves del taller giran en torno a cómo pueden converger los escenarios propuestos, qué posibilidad hay de concertar lo ideal con lo real, que acciones pueden orientar el futuro del municipio y cuáles serían los actores que usufructuarían el territorio, entre otros cuestionamientos.

Una forma de definir los escenarios concertados con la comunidad, es utilizando la metodología de “Planificación estratégica” a través de la denominada matriz “DOFA”, es decir cruce de debilidades y fortalezas como características internas del municipio, con oportunidades y amenazas como características externas de la región o ente territorial.

La forma de la matriz DOFA, se aprecia en la Tabla 7 y se debe aplicar a cada uno de los subsistemas y para cada uno de los escenarios deseados. De esta forma se determina en el escenario cómo las oportunidades externas que tiene el municipio sirven para disminuir las debilidades y para aumentar las fortalezas internas que tiene el municipio, para disminuir el grado de amenazas y finalmente se deben planificar con mayor atención los puntos críticos donde se cruzan las debilidades con las amenazas. Concretamente se propone determinar tres tipos de escenarios que apuntan a dos tendencias:

En la primera tendencia, se concibe el escenario que muestra cómo sería la región al cabo de un período largo (10 años), en caso de no ejecutar los programas y proyectos que se requieren para disminuir los conflictos actuales y organizar las actividades en el territorio.

En la segunda tendencia, se conciben básicamente dos escenarios: uno que muestra, al cabo de un quinquenio, las bondades de haber ejecutado los programas

y proyectos de un Plan de Ordenamiento Territorial; y otro que muestra, al cabo de una década, los beneficios duplicados.

Para ser más precisos en las tendencias de tales escenarios, se requiere calcular la proyección de la población a cinco y 10 años como mínimo, utilizando la siguiente fórmula aritmética:

Población proyectada = población inicial * e^{rt}

$$r = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

donde:

e = logaritmo neperiano

r = tasa de crecimiento exponencial

t = tiempo

En lo posible, cada propuesta de escenario debe estar apoyada con un mapa y una tabla explicatoria de su tendencia. Sin embargo, existen procesos críticos y valiosos que no son posibles de espacializar pero que deben ser explicados a nivel de texto.

SUBSISTEMAS		DEBILIDADES	FORTALEZAS
Subsistema Físico	OPORTUNIDADES		
.		→	
.			
Subsistema Biótico		→	
.			
Subsistema Social	AMENAZAS		
.			
Subsistema Económico			↓
.			
Subsistema Artificial			↓

Tabla 7. Matriz DOFA

3.2.3 Formulación del plan de ordenamiento territorial

No basta con un diagnóstico exhaustivo y una serie de escenarios concertados, es necesario determinar el Plan propiamente dicho para lograr el Ordenamiento del Territorio. Para ello, una vez definido el escenario concertado, se procede a establecer las políticas y estrategias que direccionan el desarrollo sostenible. El conjunto de actores debe participar ampliamente en la definición de los programas y proyectos a ejecutar en el corto, mediano y largo plazo al interior del municipio y de su región.

El Plan contiene un conjunto de programas y los programas son un conjunto de proyectos. Para el diseño de estos últimos, el equipo técnico interdisciplinario realiza unos perfiles de proyectos que se irán madurando por parte de los actores sociales toda vez que se decida ejecutarlos.

Los perfiles de los proyectos básicamente contienen la siguiente estructura:

- Nombre del proyecto: Acción a desarrollar, objeto o lugar.
- Ubicación: Lugar exacto, o área del proyecto.
- Acciones y fases: procedimiento a seguir.
- Responsables: de Financiar, ejecutar o controlar.
- Antecedentes: Breve síntesis de la problemática que requiere solución.
- Justificación: razón por la cual es necesario realizar el proyecto.
- Población beneficiada: Número de habitantes actuales o potenciales que se beneficiarán del proyecto.
- Metas: alcances cuantitativos por periodos o fases (en porcentaje o número).
- Recursos: posibilidades financieras, técnicas, humanas, etc. para ejecutar el proyecto.
- Observaciones: Detalles, precisiones o recomendaciones a tener en cuenta.

3.3. LA GESTION AMBIENTAL

Como ya se mencionó, la gestión ambiental se entiende como un proceso gradual y concertado, que en última instancia se convierte en el momento vital de cualquier proceso de ordenamiento territorial, ya que representa la instancia en la que se deben ejecutar las acciones para llevar a cabo el contenido de los diferentes programas y proyectos planteados en el plan de ordenamiento territorial.

Básicamente, la gestión del Plan de ordenamiento territorial se compone de dos importantes etapas: La de aplicación y el seguimiento o monitoreo y la de control. A continuación se explica brevemente el contenido de cada una de las etapas:

3.3.1 La Gestión del Plan de Ordenamiento Territorial.

Con los insumos obtenidos en el diagnóstico territorial y determinado el escenario concertado se pasa a la gestión del Plan de OT. La etapa de gestión se realiza "desde lo local pero integrando las instancias de orden regional, departamental, nacional e internacional, con el fin de coordinar las actividades de las instituciones que tienen jurisdicción en el municipio e integrarlas a la problemática ambiental del territorio.

En esta etapa se debe reflexionar constantemente sobre el modo de desarrollo propicio del territorio municipal, para lo cual es indispensable integrar a la comunidad como un actor fundamental que ejecuta directamente las acciones en el territorio.

Para que la administración del ente territorial se convierta en un verdadero gestor ambiental, las alcaldías deben convertirse en empresas que ofrecen y demandan bienes y servicios ambientales. Pero dada la complejidad de articulación entre el sistema antrópico y el sistema natural, se hace necesario diseñar unas estrategias que logren conservar, y eventualmente aumentar, el capital natural municipal como principal e insustituible factor de producción de bienes y servicios.

Básicamente, la gestión del Plan de OT se compone de dos importantes etapas: La aplicación y el seguimiento o monitoreo y el control. A continuación se explica brevemente el contenido de cada una de las etapas:

3.3.1.1 Etapa de aplicación.

Una vez realizados los perfiles de proyectos en la etapa de prospectiva del Plan de OT, estos deben permanecer en las oficinas de planeación de la región, con el fin de ir enriqueciendo el banco de proyectos e ir ejecutando las acciones coordinadas para llevar a cabo el contenido de los diferentes programas y proyectos.

En cada vigencia, la alcaldía o autoridad regional debe elaborar un acuerdo de ejecución de proyectos para que el Consejo Decisor y las instancias de decisión política los aprueben y se proceda a su ejecución. El acuerdo de ordenamiento territorial debe contener básicamente los siguientes artículos.

- Artículo 1. Generalidades y conceptos.
- Artículo 2. Normas generales.
- Artículo 3. Normas específicas por zonas.
- Artículo 4. Normas específicas por sectores y usos.

Una vez aprobado el acuerdo del Plan de ordenamiento territorial, la gestión de la administración regional debe ser muy dinámica con el fin de apropiar los recursos, financieros, técnicos, y humanos, necesarios para su ejecución.

Tal vez la parte más preocupante es la financiación de los proyectos, ya que de ello depende garantizar la viabilidad del Plan de OT en cuanto a la voluntad política y debido a que muchas regiones no cuentan con la posibilidad de incrementar fácilmente sus ingresos propios, se sugiere tener en cuenta algunas fuentes de cofinanciación como:

- Los ingresos corrientes de la nación: Del presupuesto para inversión social se deben priorizar los gastos en agua potable y saneamiento básico.
- Las regalías: Los recursos provenientes de recursos naturales no renovables, se deben destinar al desarrollo de otros proyectos que brinden sostenibilidad.
- Fondos: Los municipios deben contar con contrapartidas para la cofinanciación de proyectos específicos aportados por los Fondos de para la Inversión Social y los Fondos de para la Inversión Rural.

- Recursos de crédito: Las regiones deben establecer cual es la capacidad de endeudamiento que tienen por año, para proceder a asumir créditos con fines de beneficio a la comunidad y el medio ambiente.
- Instituciones públicas y privadas: Las regiones deben gestionar recursos de cofinanciación con diferentes instituciones departamentales, nacionales e internacionales para llevar a cabo los proyectos propuestos que traerán beneficios y ayudarán al ordenamiento del territorio.

3.3.1.2 Etapa de seguimiento o monitoreo y control.

Al iniciarse cada período de gobierno regional, se debe reevaluar el escenario concertado propuesto en la etapa de prospectiva del Plan de OT y se deben reelegir los proyectos que continúan o se inician. De la misma forma, cada que se termine un periodo de gobierno se deben evaluar los avances realizados, los inconvenientes y la forma de darle continuidad a los proyectos.

Como el ordenamiento del territorio es un proceso continuo en el tiempo, se deben establecer unos indicadores de seguimiento y unos instrumentos de control con el fin de asegurar la dinámica del proceso hacia el logro de un desarrollo sostenible.

En esta etapa es fundamental la participación de todos los actores regionales en la aplicación de los mecanismos de veeduría y control que legitimen el proceso y garanticen su transparencia y su cumplimiento.

El sistema de seguimiento y control debe realizarse con base en indicadores claves que se deben evaluar periódicamente en conjunto con todos los actores que hayan venido participando en el proceso y los que se quieran involucrar. Los indicadores deben evaluar el desempeño y la capacidad de gestión ambiental.

El desempeño y la capacidad de gestión ambiental se expresa en la eficiencia y eficacia de las entidades en su cumplimiento sobre la ejecución de los proyectos. Esto implica, lograr el máximo beneficio posible al menor costo y reduciendo los niveles de inequidad.

A continuación se exponen algunos de los indicadores que son necesarios para evaluar el desempeño y la capacidad de la gestión ambiental:

- Indicadores de desarrollo municipal sostenible: Se evalúan los niveles de productividad, de organización y participación y de equilibrio entre la oferta y la demanda ambiental.
- Indicadores de desempeño: Se evalúa la eficiencia financiera –estado de cuentas y relación ingresos–egresos– y la eficiencia asignativa –priorización y satisfacción de necesidades ambientales–.
- Indicadores de capacidad: Se evalúa el logro y el desempeño en los factores humano, técnico y de capital (instalaciones, terrenos) que son utilizados para la producción y el mantenimiento de bienes y servicios ambientales.

7 2 1 3

**Instrumentos metodológicos para la
valoración de los potenciales**

4. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS POTENCIALES

La valoración de algunos potenciales se ha presentado en los Capítulos 2 y 3 en una forma conceptual y descriptiva, en algunos casos con ejemplos ilustrativos. Es importante precisar cuáles son los subcomponentes o parámetros de cada potencial, su valor dimensional y la forma de calcularlos. Se muestra entonces, para nueve de los potenciales, cómo sería un instrumento metodológico de valoración.

4.1 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL GEOMORFOLÓGICO

Cada una de las unidades geomorfológicas debe ser evaluada en función de una serie de indicadores a los que se les asigna un valor que se encuentra entre un rango de 1 a 5 y que permite establecer calificativos de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Debido a que no todos los indicadores tienen la misma influencia dentro de la valoración, se deben asignar coeficientes de ponderación –pesos–, a cada uno de ellos, de manera que muestren el resultado final del potencial, el cual debe ser expresado en el rango de 1 para el más bajo y 5 para el más alto.

4.1.1. Potencial científico y educativo

El potencial científico–educativo es calculado mediante un índice que reúne indicadores como el estado de conservación, el significado, el grado de conocimiento, la singularidad y la diversidad (Véase Figura 13). La ecuación matemática que permite calcular el índice del potencial científico–educativo se expresa de la siguiente manera:

$$PGC = (Wc * C) + (Wsg * SG) + (Wk * K) + (Wsi * SI)$$

Donde:

PGC = Potencial geomorfológico científico–educativo

W = Peso de cada indicador

C = Indicador Estado de conservación

SG = Indicador Significado

K = Indicador Grado de conocimiento

SI = Indicador Singularidad

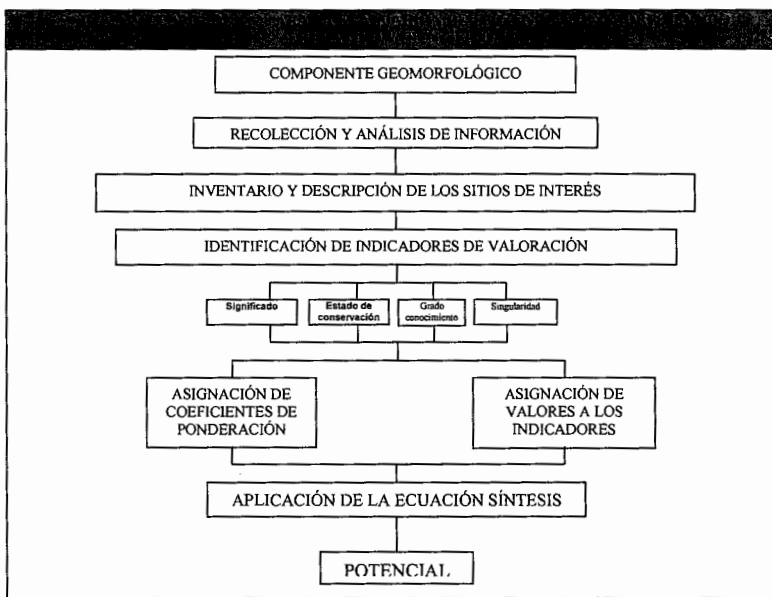


Figura 13. Esquema metodológico para la evaluación del potencial geomorfológico científico-educativo

Los indicadores: estado de conservación, significado, grado de conocimiento y singularidad se definen de la siguiente manera:

Estado de conservación (C). Es un indicador de gran influencia en el valor de un sitio de interés, teniendo en cuenta que mide el grado de preservación o de intervención con respecto a las condiciones iniciales en función de la cantidad de acciones humanas que deterioran o eliminan parte de las características del sitio de interés.

Significado (S). Esta variable involucra la importancia de una unidad geomorfológica con respecto al entorno: sectorial, local, regional, nacional, e internacional.

Singularidad (SI). Hace referencia al grado de rareza de un elemento de interés determinado, en un rango que va desde muy común hasta muy rara.

Grado de conocimiento (K). Evalúa el estado de conocimiento en que se encuentra el elemento de interés, en función de la cantidad y el grado de profundidad de los estudios realizados, en términos de artículos publicados y trabajos de tesis, ya sea doctorales, maestrías o pregrados.

Cada indicador tiene un valor que es definido de una manera cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa. En la Tabla 8, se presenta una propuesta de escala de valoración para cada uno de los indicadores empleados, para determinar el índice del potencial científico – educativo, asignándole de acuerdo a su naturaleza un valor entre 1 y 5.

Tabla 8. Valores propuestos para los indicadores utilizados en la evaluación del potencial geomorfológico científico-educativo.

INDICADOR	VALOR				
	1	2	3	4	5
<i>Estado de conservación (C)</i>	Lugar destruido	Numerosas acciones humanas que deterioran el carácter del lugar	Deteriorada por acciones humanas que eliminan parte de las características	Algún deterioro con pérdida de algunos elementos menores	Bien preservada
<i>Significado (SG)</i>	Sectorial	Local	Regional	Nacional	Internacional
<i>Grado de conocimiento (K)</i>	Sin publicaciones	Algunas notas en revistas	Algunos artículos en revistas nacionales	Al menos una tesis de pregrado y/o más de un artículo	Más de una tesis de pregrado y/o postgrado; numerosos artículos
<i>Singularidad (SI)</i>	Muy común	Bastante común	Común	Rara	Muy rara

Igualmente a cada indicador se le debe asignar un peso relativo o coeficiente de ponderación w), de acuerdo a su importancia. En la Tabla 9 se proponen los pesos que se deben considerar en la ecuación, para hallar el índice del potencial científico-educativo.

Tabla 9. Coeficientes de ponderación propuestos para los indicadores considerados en la valoración del potencial geomorfológico científico-educativo

INDICADOR	PESO
Estado de conservación (C)	0.4
Significado (SG)	0.2
Grado de conocimiento (K)	0.2
Singularidad (SI)	0.2

4.1.2 Potencial paisajístico

Para la determinación del potencial paisajístico se propone utilizar un índice, que considera tanto indicadores de carácter intrínseco: complejidad y contraste del relieve, diversidad, presencia de agua, singularidad y alcance visual, como extrínsecos: estado de conservación, condiciones para la observación, significado y la existencia de puntos de panorámica. En la Figura 14 se presenta un esquema general del modo como se debe evaluar el potencial paisajístico.

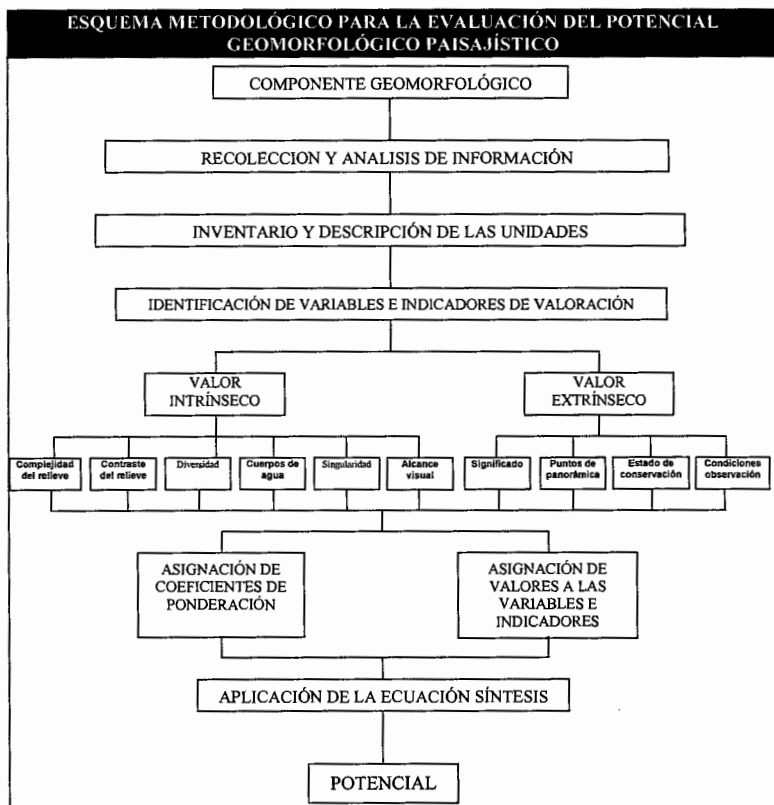


Figura 14. Esquema metodológico para la evaluación del potencial geomorfológico paisajístico

La ecuación para calcular el índice de potencial paisajístico tiene la siguiente expresión:

$$PGP = (WVI \cdot VI) + (WE \cdot VE)$$

Donde:

PGP= Potencial geomorfológico paisajístico

WI= Peso de la variable intrínseca

VI= Valor intrínseco

WE= Peso de la variable extrínseca

VE= Valor extrínseco

A su vez el valor intrínseco y el valor extrínseco se expresan en términos de los indicadores según las ecuaciones:

$$VI = (W_{cpr} * CPR) + (W_{ctr} * CTR) + (W_d * D) + (W_h * H) + (W_{si} * SI) + (W_{av} * AV)$$

$$VE = (W_c * C) + (W_o * O) + (W_{sg} * SG) + (W_{pp} * PP)$$

Donde:

W = Peso de cada indicador	C = Indicador Estado de conservación
CPR = Indicador Complejidad del relieve	O = Ind. Condiciones para observación
CTR = Indicador Contraste del relieve	SG = Indicador Significado
D = Indicador Diversidad	PP = Indicador Puntos de panorámica
H = Indicador presencia de Agua	AV = Indicador Alcance visual
SI = Indicador Singularidad	

Se propone definir los indicadores intrínsecos anteriores de la siguiente manera:

Complejidad del relieve (CPR). Definida como el porcentaje de la sumatoria de las áreas de unidades geomorfológicas similares con respecto al área total.

Contraste del relieve (CTR). Es una medida de la energía del relieve que representa los cambios topográficos, expresado en metros y corresponde a la diferencia entre la altura mayor y la menor en la unidad geomorfológica.

Diversidad (D). Este indicador hace referencia a la cantidad de unidades geomorfológicas diferentes en el área.

Presencia de cuerpos de agua (H). Los cuerpos de agua de tipo lótico (ríos, quebradas, etc.), o léntico (lagos, lagunas, embalses, etc.) proporcionan al paisaje un valor agregado. Se evalúa la categoría de la corriente o del cuerpo de agua.

Singularidad (SI). Hace referencia al grado de rareza de una geoforma determinada, en un rango que va desde muy común hasta muy rara.

Alcance visual (AV). Este indicador representa la amplitud escénica de la geoforma (en kilómetros) hacia el exterior de manera que un mayor alcance visual permite tener acceso a mayor cantidad de características paisajísticas.

Los indicadores que definen el valor extrínseco, es decir, el estado de conservación, las condiciones para observación, cantidad de puntos de panorámica y el significado, se definen de la siguiente manera:

Estado de conservación (C). Es uno de los indicadores de mayor influencia en el valor estético de un paisaje, teniendo en cuenta que mide el grado de preservación o de intervención humana, respecto a las condiciones iniciales.

Condiciones para observación (O). Se analiza en esta variable el grado de obstrucciones visuales: cercas, vegetación, construcciones, etc., y las limitaciones de acceso por tenencia de la tierra: propiedad pública o privada.

Significado (S). Esta variable involucra la importancia de la unidad geomorfológica con respecto al entorno: sectorial, local, regional, nacional, e internacional.

Puntos de panorámica (PP). Aquí se tiene en cuenta la cantidad de lugares que posee la unidad y que pueden ser utilizados como miradores.

Cada indicador tiene un valor que es definido de una manera cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa. En la Tabla 10 se presenta una propuesta de escala valoración para cada uno de los indicadores empleados para determinar el índice del potencial paisajístico, asignándole un valor entre 1 y 5.

Tabla 10. Valores propuestos para los indicadores utilizados en la evaluación del potencial paisajístico.

		VALOR				
VARIABLE	INDICADOR	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO (VI)	<i>Complejidad del relieve (CPR)</i>	Relieve plano	Relieve con pendiente homogénea, relieve colinado	Rasgos aislados de relieve predominantes	Vertientes disecadas, altiplano	Relieves abruptos
	<i>Contraste del relieve (CTR)</i>	< 20 m	20 – 50 m	50 – 100 m	100 – 200 m	> 200 m
	<i>Diversidad (D)</i>	0	1	2	3	4
	<i>Alcance visual (AV)</i>	< 10	10 – 30 Km	30 – 60 Km.	60 – 100 Km.	> 100 Km.
	<i>Cuerpos de agua (H)</i>	Sin presencia	Corrientes de tercer orden	Corrientes de segundo orden	Corrientes de primer orden	Presencia de lagos u otro tipo de humedal
	<i>Singularidad (SI)</i>	Muy común	Bastante común	Común	Rara	Muy rara
VALOR EXTRÍNSECO (VE)	<i>Estado de conservación (C)</i>	Lugar destruido	Numerosas acciones humanas que deterioran el carácter del lugar	Deteriorada por acciones humanas que eliminan parte de las características	Algún deterioro con pérdida de algunos elementos menores	Bien preservada
	<i>Significado (SG)</i>	Sectorial	Local	Regional	Nacional	Internacional
	<i>Puntos de panorámica (PAN)</i>	0 puntos	1	2	3	4 puntos
	<i>Condiciones para observación (O)</i>	Visión obstruida por cercas, vegetación, ..., propiedad privada	-----	Obstrucciones visuales parciales, limitaciones de acceso	-----	Tierra de propiedad pública, sin limitaciones de acceso, sin obstrucciones visuales

Igualmente, a cada indicador se le debe asignar un peso relativo (coeficiente de ponderación w), de acuerdo a su importancia. En la Tabla 11 se proponen los pesos que se deben considerar en la ecuación para hallar el índice del potencial paisajístico.

Tabla 11. Coeficientes de ponderación propuestos para los indicadores considerados en la valoración del potencial paisajístico.

VARIABLE	PESO	INDICADOR	PESO
VALOR INTRÍNSECO (VI)	0.6	Complejidad del relieve (CR)	0.1
		Contraste del relieve (CR)	0.1
		Diversidad (D)	0.2
		Alcance visual (AV)	0.2
		Cuerpos de agua (Y)	0.2
		Singularidad (SI)	0.2
VALOR EXTRÍNSECO (VE)	0.4	Estado de conservación (C)	0.4
		Significado (SG)	0.2
		Puntos de panorámica (PAN)	0.2
		Condiciones para observación (O)	0.2

4.2 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL EDAFOLÓGICO

Para la valoración del potencial del recurso suelo se propone una metodología que busca evaluar a partir de la consideración de parámetros o propiedades del suelo, y las limitaciones de éste para los usos agrícola, pecuario, múltiple, forestal y de conservación.

Básicamente la metodología se apoya en la información que suministran los mapas de suelo. De estos mapas se extrae la información referente a la pendiente, erosión, inundabilidad, profundidad efectiva, textura y fertilidad de cada unidad fisiográfica. Es importante tener en cuenta la escala en la que se encuentra esta información, ya que normalmente está en 1:100.000, lo que implica la necesidad de hacer algunos análisis fisiográficos a partir de fotointerpretación y algunos muestreos de campo que permitan disminuir la generalidad de estos mapas.

Una vez identificadas las unidades fisiográficas y de haber determinado sus propiedades, se plantea la determinación del potencial de cada una de estas unidades en función de los usos agrícola, pecuario, forestal y de conservación. Para lograr esto se propone la aplicación de un índice de potencial del suelo para cada uso. En la Figura 15 se presenta el esquema metodológico para la valoración del potencial del recurso suelo.

El índice propuesto se expresa a través de una ecuación general que es similar para determinar el potencial para cada uno de los usos agrícola, pecuario, forestal y de conservación, y que se expresa de la siguiente manera:

$$PE = (W_p * P) + (W_e * E) + (W_i * I) + (W_{pr} * PR) + (W_t * T) + (W_f * F)$$

Donde:

PE= Potencial edafológico
 W = Peso de cada indicador
 P = Pendiente
 E = Erosión

I = Inundabilidad
 PR = Profundidad
 T = Textura
 F = Fertilidad

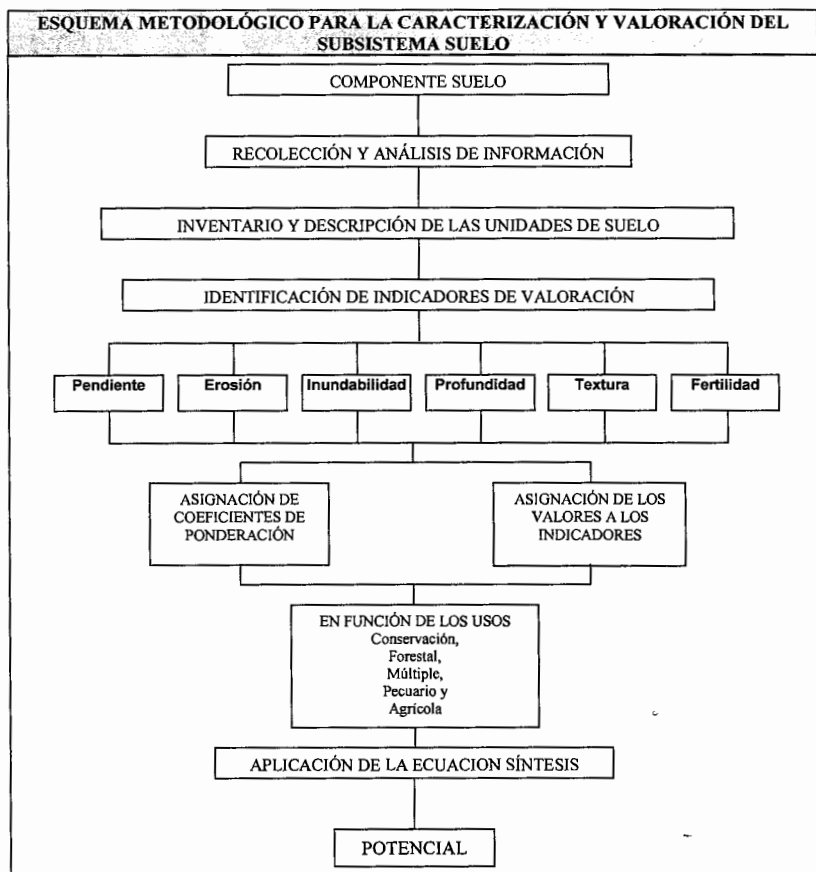


Figura 15. Esquema metodológico para la valoración y caracterización del recurso Suelo

Para calcular el potencial en función de cada uno de los usos propuestos se establecen coeficientes de ponderación o pesos que indican la importancia e influencia que tiene cada uno de los parámetros en dicha actividad. A su vez, se propone asignar a cada indicador un valor de 1 a 5 de acuerdo a su naturaleza. Este valor puede o no variar según el uso, por ejemplo el parámetro pendiente, en uso agrícola tiene un valor mayor cuando el terreno es plano y menor cuando este es escarpado; por el contrario, para el uso de conservación, cuando el terreno es escarpado el valor es mayor y cuando es plano es menor.

En la Tabla 12 se presenta una propuesta de los coeficientes de ponderación que se deben asignar a cada parámetro para cada uno de los usos y los valores que se deben asignar a cada uno de esos parámetros también en cada una de las actividades.

Tabla 12. Criterios utilizados para la valoración del recurso suelo

		PESO%	VALOR	PESO %	VALOR	PESO %	VALOR	PESO %	VALOR
PENDIENTE	0-7 PLANO A LIGERAMENTE PLANO	25	5	20	5	25	1	30	1
	7-12 INCLINADO		4		4		2		2
	12-25 ONDU LADOS		3		3		5		3
	25-50 QUEBRADOS		2		2		4		4
	50-75 ESCARPADOS		1		1		3		5
EROSIÓN	SIN EROSIÓN	20	5	20	5	25	1	25	1
	LIGERAMENTE EROSIONADO		4		4		2		2
	MODERADAMENTE EROSIONADO		3		3		5		3
	SEVERA		2		2		4		4
	MUY SEVERA		1		1		3		5
INUNDABILIDAD	NO INUNDABLE	5	5	10	5	20	1	15	1
	RARAMENTE INUNDADO		4		4		5		2
	OCASIONALMENTE INUNDADO		3		3		4		3
	FRECUENTEMENTE INUNDADO		2		2		3		4
	PERMANENTEMENTE INUNDADO		1		1		2		5
PROFUNDIDAD	MUY SUPERFICIAL	16	1	15	1	15	3	10	5
	SUPERFICIAL		2		2		4		4
	MODERAMENTE PROFUNDO		3		5		5		3
	PROFUNDOS		4		4		2		2
	MUY PROFUNDOS		5		3		1		1
TEXTURA	MUY FINA	20	2	20	1	10	2	15	2
	FINA		4		2		1		3
	MODERADA		5		5		5		1
	GRUESA		3		4		4		5
	MUY GRUESA		1		3		3		4
FERTILIDAD	MUY BAJA	14	1	15	1	5	3	5	5
	BAJA		2		2		4		4
	MEDIA		3		3		5		3
	ALTA		4		4		2		2
	MUY ALTA		5		5		1		1

La ecuación está diseñada para que los potenciales agrícola, pecuario, forestal y de conservación, arrojen valores entre 1 y 5, que indican potenciales de muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4) y muy alto (5).

Una vez aplicada la ecuación y determinado el potencial de cada unidad fisiográfica, se procede a evaluar, de acuerdo a los resultados obtenidos, la mejor vocación de cada una de ellas. Para lograr esto se cotejan los resultados y se elige para cada unidad fisiográfica su vocación a través de la elección del uso para el que se halla obtenido el mayor índice (valor de 5 ó potencial muy alto o en su defecto el uso que obtenga el valor más alto comparado con los demás).

En los casos en que en una unidad fisiográfica coincidan más de un uso potencial con valores similares, se debe definir por parte del especialista que realiza la valoración el uso más recomendado en caso de que exista conflictividad entre ambos.

En los casos en que la valoración no arroje resultados en los que se defina la predominancia de un uso y muestren que para mas de dos usos los valores son similares, esto indica que la unidad fisiográfica tiene vocación de uso múltiple.

4.3 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL

4.3.1 Evaluación de la cantidad

Para la evaluación de la cantidad de agua se debe realizar un balance hídrico, el cual debe calcularse a partir de la aplicación de diferentes métodos hidrológicos. La selección del método más apropiado depende del tipo, de la calidad y de la confiabilidad de la información existente en las diferentes entidades encargadas de su recolección, procesamiento y manejo.

El profesional encargado de la realización del balance hídrico decidirá de acuerdo a la necesidad y a la escala de trabajo, la manera cómo abordar el análisis, es decir regional o por cuenca; de tal modo que finalmente se pueda obtener la distribución espacial del recurso hídrico y así permita visualizar la disponibilidad del mismo.

A continuación se presenta el concepto básico de balance hídrico, dando una descripción sucinta de los elementos que lo componen:

Balance hídrico

El balance hídrico es una ecuación de balance de masas, en donde la diferencia entre las entradas y las salidas de agua son iguales al cambio en el almacenamiento del suelo. Luego la forma general de la ecuación de balance hídrico es:

$$\frac{dS}{dt} = I - Q$$

Donde:

I	=	Entradas
Q	=	Salidas
$\frac{dS}{dt}$	=	Cambio en el almacenamiento

Si se define un volumen de control completo en donde se incluya tanto el flujo superficial como el flujo subterráneo, la ecuación de balance de masas total es:

$$P - Q - G - ET = \Delta S$$

Donde:

P	=	Precipitación en el periodo de interés
Q	=	Flujo superficial en el volumen de control
G	=	Flujo de aguas subterráneas
ET	=	Evapotranspiración
ΔS	=	Cambio en el almacenamiento de agua en el periodo de interés.

Es importante notar la diferencia que hay entre, el flujo subterráneo: agua que percola a las capas profundas del suelo encargada de la recarga de acuíferos, y el almacenamiento superficial del suelo, que es el agua que puede ser usada por las raíces de las plantas o se puede evaporar del suelo.

Según Brass (1991)¹⁵, si se trabaja con cantidades anuales promedio, o sobre un periodo de tiempo suficientemente largo, el cambio en el almacenamiento superficial del suelo es cero ($\Delta S \rightarrow 0$). Luego la ecuación se transforma en:

$$P - ET = Q + G$$

A continuación se describen brevemente cada una de las variables que intervienen en el balance hídrico.

Precipitación (P): Se denomina precipitación al agregado de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas o amorfas, que caen de una nube o grupo de nubes y alcanzan el suelo. La precipitación es la variable climática con mayor variabilidad temporal, pues los registros de precipitación para un mismo mes en años diferentes pueden presentar notables diferencias, por lo anterior es importante contar con registros de precipitación suficientemente largos para obtener un valor confiable de la media de ésta.

¹⁵ Brass R. 1991. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Addison Wesley Publishing Company.

Evapotranspiración (ET): La evapotranspiración, que incluye tanto el agua transpirada por las plantas como la evaporada del suelo, es un fenómeno de vital importancia si se tiene en cuenta que entre el 60% y el 100% de la precipitación que cae en una cuenca retorna a la atmósfera en forma de evapotranspiración. Para su evaluación se identifican en la literatura diferentes tendencias para determinarla, unas tienen en cuenta relaciones entre fenómenos de advección de gran escala y la evapotranspiración como las presentadas por Thornthwaite y Penman, otras son ecuaciones empíricas basadas en la radiación y temperatura: Jansen & Haise, Christiansen & Grassi, Hargreaves; y por último la más nueva aproximación que tiene en cuenta la relación complementaria entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real: Bouchet, 1963, Priestley & Taylor 1972 y Morton 1979. A continuación se muestra un resumen de cada una de estas aproximaciones.

Flujo superficial en el volumen de control (Q): Se denomina flujo superficial aquel que comprende el exceso de la precipitación que ocurre después de una lluvia intensa y se mueve libremente por la superficie del terreno, y la escorrentía de una corriente de agua, que puede ser alimentada tanto por el exceso de la precipitación como por las aguas subterráneas¹⁶.

Para determinar las capacidades que tienen las corrientes superficiales para suministrar agua a los sistemas de acueducto y riego de las veredas que componen el municipio, se delimitan las vertientes de las quebradas principales o sea, aquellas que pueden ser utilizadas para estos fines. En cada cuenca se calculan los caudales medios anuales y los caudales mínimos mensuales con frecuencia de 5 años, mediante la aplicación de la ecuación de Balance Hídrico.

Por medio del Balance Hídrico se estiman los caudales medios anuales y mínimos mensuales a lo largo de las corrientes naturales. Si de la ecuación de balance hídrico presentada anteriormente se despeja Q, es decir, el caudal, la ecuación tiene la siguiente forma:

$$Q = P - ET - G$$

El caudal puede ser calculado para periodos anuales, mensuales o diarios. A nivel municipal se propone el cálculo para periodos mensuales, razón por la cual para determinar el caudal de un mes determinado es necesario adicionar a la ecuación anterior el caudal o aporte que viene del mes anterior. La ecuación se transforma a la siguiente forma:

$$Q_i = P_i - Et_i - G_i + Q_{i-1}$$

Donde:

¹⁶ Monsalve Sáenz, Germán. 1995. Hidrología en la Ingeniería. Escuela Colombiana de Ingeniería.

i : se refiere al mes del Balance,

Q_{i-1} se refiere al aporte que viene del mes anterior.

Flujo de aguas subterráneas (G): El aprovechamiento de los depósitos de agua subterránea se estudia con base en los procesos de infiltración y de movimiento del agua por el medio poroso que conforman los granos del suelo. Parte del agua que cae como precipitación sobre la tierra se infiltra y llena los poros y grietas del suelo hasta cierta profundidad limitada por las capas impermeables, dando origen a la superficie freática. El volumen de agua almacenada por debajo del nivel freático se denomina "agua subterránea" y constituye la fuente de formación de los manantiales y de alimentación de lagos y ríos.

4.3.2 Evaluación de la calidad

Se entiende por calidad natural del agua al conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta el agua en su estado natural en los ríos, lagos, manantiales, en el subsuelo o en el mar.

Es importante tener en cuenta que la calidad del agua no es un término absoluto y que por lo tanto su evaluación debe realizarse en función del uso o actividad a que se destina, es decir, si es para consumo humano, para riego, para actividades industriales, para actividades recreativas, etc. Por consiguiente, un agua que puede resultar contaminada para un cierto uso, puede ser perfectamente aplicable a otro; de ahí que es indispensable que se fijen criterios de calidad del agua según los usos.

Normalmente el agua en su estado natural, contiene cierto número y cantidad de sustancias provenientes de diversas fuentes como son la precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmósfera. La presencia de estas sustancias trae como consecuencia que las aguas en su estado natural, es decir que no han recibido vertidos artificiales, contengan sólidos y coloides en suspensión, que afectan su transparencia; sólidos disueltos, que se reflejan en su alcalinidad, pH, dureza, conductividad, etc.; oxígeno disuelto, que influye en la vida acuática, entre otros de los parámetros que constituyen las características y cualidades del agua.

Para la evaluación de la calidad de agua con fines de ordenamiento territorial, se propone en esta investigación realizar la evaluación considerando los usos potenciales del recurso. Es decir, según la calidad del agua se pretende definir los posibles usos que se le puedan dar al recurso en las diferentes zonas del municipio.

Se propone enfocar el análisis de la calidad del recurso agua, considerando como alternativas de aprovechamiento estratégico el agua que se destina para el consumo humano y para el riego de cultivos. A pesar que el aprovechamiento del

recurso agua en actividades industriales es también importante, su evaluación no se ha considerado porque se pretende desarrollar una metodología para abordar la evaluación de este recurso en municipios con un comportamiento eminentemente rural, en los que estas actividades no son relevantes.

Estos usos son definidos de acuerdo a las normas legales que sobre calidad están vigentes en el país y que básicamente están contenidas en los Decretos 1594 de 1984 y 475 de 1998, que regulan las exigencias de calidad para los diferentes usos del recurso agua. Esta reglamentación es complementada con algunas normas emitidas por las Corporaciones Autónomas Regionales que regulan el uso del recurso en su jurisdicción.

La evaluación de la calidad del recurso agua se realiza a partir de la consideración de parámetros físico-químicos que la afectan directamente. No obstante que son múltiples los parámetros que se pueden considerar para determinar la calidad, en esta investigación se han seleccionado aquellos que tienen una mayor influencia en la caracterización del estado de la calidad del agua para ser aprovechada en el consumo humano y para riego.

La determinación de la calidad se realiza a partir de la comparación de los valores obtenidos para cada uno de los parámetros con los valores exigidos por las normas vigentes. Esta comparación se puede realizar cotejando individualmente cada uno de los parámetros o a través de la aplicación de índices que permiten mediante la ponderación de la influencia de cada parámetro, en la calidad y del valor obtenido para cada uno de ellos, determinar integralmente la calidad del agua según su uso potencial. Es así como en este trabajo se ha optado por aplicar índices para determinar la calidad del agua cruda para consumo humano y para riego.

4.3.2.1 Índice de calidad de agua cruda para consumo humano

Para realizar el análisis de la calidad del agua cruda para consumo humano, se propone la aplicación de un índice de calidad en el cual se tienen en cuenta aquellos parámetros físico-químicos que más influyen en los posibles tratamientos que se hacen al agua para hacerla apta para consumo humano, y por ende factores económicos.

Con base en los decretos 1594/94 y 475/98 se establece un Índice Global de Calidad del agua, IGC, según los criterios y límites adoptados para los diferentes parámetros, con valores entre cero y cien. El valor cero corresponde a las condiciones de máxima contaminación, mínima calidad; el valor cien a las condiciones de agua excelente, de máxima calidad, y los valores intermedios a otros grados de polución.

El índice global de calidad del agua, IGC, se obtiene ponderando los índices individuales de calidad de cada parámetro de calificación, por medio de la expresión siguiente¹⁷:

$$IGC = \frac{\sum P_j C_j}{\sum P_j}$$

Donde:

IGC	=	Índice global de calidad
P _j	=	Factor de importancia relativa del parámetro j
C _j	=	Índice de calidad del agua para el parámetro j
j	=	Parámetros de 1 hasta n
n	=	Número de parámetros de calidad del agua

De la ecuación del Índice Global de Calidad se observa que para determinar la calidad del recurso agua cruda para consumo humano, se debe tener en cuenta por un lado los parámetros seleccionados para el análisis, y por el otro, el factor de importancia o peso de cada uno de los factores y el índice de calidad de cada uno de los parámetros.

Parámetros seleccionados

Los parámetros de calidad propuestos para ser considerados en la determinación del índice global de calidad son: Coliformes totales, CO; cobre, Cu; turbiedad, T; color, Color; dureza, D; Alcalinidad, A; conductividad, COND; sulfatos, SO₄; fosfatos, PO₄; y acidez, Ac.

A continuación se realiza una breve descripción de los parámetros seleccionados y su importancia sanitaria:

Coliformes: El grupo coliforme incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas y facultativas anaeróbicas, gram-negativas, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un periodo de 48 horas a 35°C. Su presencia en el agua es considerada como un índice adecuado de la ocurrencia de polución fecal y por lo tanto de contaminación con organismos patógenos. Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos sino también pueden originarse en animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo. Por lo tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o una combinación de las tres fuentes¹⁸.

¹⁷ Modificado de "La clasificación sapróbica del ENA", por Jairo Romero Rojas, publicado en Revista Escuela Colombiana de Ingeniería, N°1 1990.

¹⁸ Romero, Rojas Jairo. Acuquímica para Ingenieros Civiles. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1984.

Cobre: Elemento que puede encontrarse en forma natural en las aguas pero muy rara vez en concentraciones superiores a 1.0 mg/L. en aguas destinadas a consumo humano. Se considera un elemento benéfico para el metabolismo y su deficiencia es asociada con anemia nutricional de los niños. A este nivel de concentración no tiene efectos nocivos y en algunos sistemas se aplica el sulfato de cobre en dosis controladas que no exceden esta cifra, como mecanismo para el control de algas; la dificultad que puede traer es que favorezca la corrosión del aluminio y el zinc y origine problemas de sabor. Su presencia en exceso obedece a descargas de aguas industriales a la corrosión de tubos y al tratamiento de algas con sales de cobre.

Turbiedad: Interferencia óptica producida por las partículas que se encuentran suspendidas en el agua e impide el paso de la luz a través de ella. Es causada por una gran variedad de materiales en suspensión, los cuales varían desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas. La turbiedad se debe reducir por aspectos estéticos, para facilitar el proceso de la desinfección y para evaluar la efectividad de los procesos de tratamiento por tal razón se entiende que la turbiedad se limita por cuestiones ecológicas, para consumo y por economía a menor turbiedad menor costo del tratamiento¹⁹.

Color: Interferencia óptica dada por la presencia de sustancias que de alguna manera le pueden dar color al agua. Las causas más comunes de color en el agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución, también los aportes de color se dan por la presencia de materia orgánica proveniente de la descomposición vegetal afectando así la salud humana. La presencia de color puede indicar contaminación, el origen del color es heterogéneo. La remoción de color es una función del tratamiento del agua y se practica para hacer un agua adecuada para usos generales o industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente de color y la eficiencia del proceso usado para su remoción. Cualquier grado de color es objetable por parte del consumidor y su remoción es por tanto objetivo esencial del tratamiento.

Dureza: Como "aguas duras", se consideran aquellas aguas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma originando incrustaciones en las tuberías de agua caliente. La remoción de la dureza se efectúa por procesos de ablandamiento y varía en forma considerable de un sitio a otro. En general las aguas superficiales son más blandas que las aguas subterráneas. La dureza del agua refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las cuales ha estado en contacto. Desde el punto de vista sanitario, las aguas duras no son satisfactorias para consumo humano como las blandas. El valor de la dureza determina por lo tanto su conveniencia para uso doméstico e industrial y la necesidad de un proceso de ablandamiento. El tipo de ablandamiento a usar y su control, depende de la adecuada determinación de la magnitud y clase de dureza.

¹⁹ Sawyer, Clair N y otros. Chemistry for Environmental Engineering. Fourth Edition. McGraw Hill, 1994.

Alcalinidad: La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas (OH). La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión. En aguas naturales la alcalinidad es debida generalmente a la presencia de tres tipos de compuestos: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

Conductividad: La conductividad en el agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, esta depende de la concentración total de sustancias disueltas inorgánicas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por ello el valor de la conductividad es muy usado en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sales disueltas. La medida de la conductividad constituye un parámetro básico de evaluación de la aptitud del agua para riego.

Sulfatos: El ión sulfato es muy frecuente en aguas naturales. Es importante desde el punto de vista sanitario por tener efectos digestivos cuando está presente en cantidades elevadas. Asimismo tiene una importancia económica por su tendencia a formar costras duras en calderas e intercambiadores de calor. En aguas servidas, esta asociado a dos problemas serios olor y problemas de corrosión de cañerías.

Fosfatos: La importancia del fósforo como nutriente hace que su concentración gane importancia, puesto que el fósforo es con el nitrógeno un elemento de control de la productividad primaria de la aguas. Son importantes puesto que en agua potable son usados para prevenir corrosión e incrustaciones producidas por el calcio. En aguas industriales produce un incremento en la productividad por la no presencia de procesos de eutroficación.

Acidez: La acidez del agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, como su capacidad de ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. Su determinación es importante debido a las características corrosivas de las aguas ácidas y al costo que supone la remoción y control de las sustancias que producen corrosión.

Factor de importancia relativa del parámetro

Para cada parámetro seleccionado se propone un factor o un peso que refleja su incidencia en la determinación del Índice Global de Calidad. El factor de importancia relativa de cada uno de estos parámetros se encuentra en la Tabla 13.

Índice de calidad de cada parámetro.

Para determinar el índice global de calidad es necesario definir primero el índice de calidad de cada uno de los parámetros seleccionados. Estos índices se obtienen

aplicando ecuaciones formuladas a partir de los valores de concentración exigidos por la normatividad vigente. Las ecuaciones están diseñadas de tal modo que los índices tienen valores de cero a uno, siendo cero el valor mínimo de calidad y uno el óptimo. En la Tabla 14 se presenta para cada parámetro los intervalos de concentración y su respectiva ecuación.

Tabla 13. Parámetros seleccionados para evaluar el IGC con su factor de importancia

<i>P_j</i>	<i>PARAMETRO</i>
20	Coliformes
10	Cobre
10	Turbiedad
10	Color
8	Dureza
7	Alcalinidad
10	Conductividad
10	Sulfatos
8	Fosfatos
7	Acidez

Tabla 14. Ecuaciones para determinar los índices de calidad para el parámetro j

<i>PARAMETRO_j</i>	<i>SÍMBOLO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>ECUACIÓN</i>	<i>INTERVALO</i>
Coliformes totales	CO	<i>NMP/100 mL</i>	$C = 1 - 0.00002CO$ C=0	$0 \leq CO \leq 50.000$ $CO > 50.000$
Cobre	Cu	Mg Cu/L	C=1 $C = 1.031 - 0.103Cu$ C=0	$Cu < 0.3$ $0.3 \leq Cu \leq 10$ $Cu > 10$
Turbiedad	T	UNT	C=1 $C = 1.026 - 0.0051T$ C=0	$T < 5$ $5 \leq T \leq 200$ $T > 200$
Color	Color	U.Pt-Co	C=1 $C = 1.1 - 0.0074Color$ C=0	$Color < 15$ $15 \leq Color \leq 150$ $Color > 150$
Dureza	D	Mg CaCO ₃ /L	C=1 $C = 1.25 - 0.0016D$ C=0	$D < 160$ $160 \leq D \leq 800$ $D > 800$
Alcalinidad	A	Mg CaCO ₃ /L	C=1 $C = 1.25 - 0.0125A$ C=0	$A < 20$ $20 \leq A \leq 100$ $A > 100$
Conductividad	COND	µmho/cm	C=1 $C = 1.053 - 0.00105COND$ C=0	$COND < 50$ $50 \leq COND \leq 1000$ $COND > 1000$
Sulfatos	SO ₄	Mg SO ₄ /L	C=1 $C = 2.67 - 0.0067SO_4$ C=0	$SO_4 < 250$ $250 \leq SO_4 \leq 400$ $SO_4 > 400$
Fosfatos	PO ₄	Mg PO ₄ /L	C=1 $C = 1.02 - 0.102PO_4$ C=0	$PO_4 < 0.2$ $0.2 \leq PO_4 \leq 10$ $PO_4 > 10$
Acidez	Ac	Mg CaCO ₃ /L	C=1 $C = 2 - 0.02Ac$ C=0	$Ac < 50$ $50 \leq Ac \leq 100$ $Ac > 100$

Determinación de las concentraciones para cada parámetro

Como se mencionó anteriormente para hallar el índice de calidad de cada parámetro es necesario comparar los valores de concentración de cada uno de ellos con los valores exigidos por la normatividad vigente. Es decir, para determinar la calidad del agua es indispensable cuantificar las concentraciones de cada parámetro a través del análisis de muestras de agua tomadas directamente en las corrientes de agua a las cuales se desea determinar su calidad.

La recolección de estas muestras de agua requiere de un procedimiento que depende del objetivo y el alcance del estudio y de los recursos económicos disponibles. En este sentido, en el proceso de recolección de las muestras a analizar se deben cumplir como mínimo las siguientes recomendaciones:

Planear con tiempo el tipo de muestreo a realizar y el número de muestras necesarias para cumplir con el objetivo del estudio.

Contar con personal técnico especializado en la toma, manejo y conservación de las muestras durante el trabajo de campo.

Disponer del equipo de campo necesario que garantice la adecuada recolección de las muestras. Las muestras deben ser enviadas a laboratorios que cuenten con equipos y personal calificado.

Estas recomendaciones son importantes porque su consideración permite obtener resultados que garanticen la confiabilidad del estudio.

A nivel del ente municipal normalmente es muy poca la información existente sobre la calidad de las corrientes de agua que drenan su territorio; no obstante, es importante que antes de planear cualquier estudio se investigue sobre todo el tipo de información que existe en las diferentes entidades que tengan competencia con el tema.

Determinación de la calidad

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio y calculados los índices de calidad de cada uno de los parámetros, se procede a aplicar la ecuación de índice global para determinar la calidad del agua.

Con base en los valores de Índice Global se propone una clasificación de Calidad, definiendo cinco rangos de calidad y las características más importantes de cada uno de ellos, en términos de los tratamientos mínimos requeridos para ser consumida por los seres humanos. En la Tabla 15, se muestran los rangos, la clasificación y las características de cada uno de ellos.

Tabla 15. Clasificación del agua cruda para consumo humano de acuerdo al índice global de calidad, IGC

<i>CLASIFICACIÓN</i>	<i>IGC</i>	<i>CARACTERÍSTICAS</i>
Excelente	$95 \leq \text{IGC} \leq 100$	Tratamiento de filtración y desinfección
Buena	$80 \leq \text{IGC} < 95$	Tratamiento convencional
Regular	$60 \leq \text{IGC} < 80$	Tratamiento convencional y tratamiento avanzado
Mala	$40 \leq \text{IGC} < 60$	Tratamiento avanzado
Muy Mala	$\text{IGC} \leq 40$	No recomendable

Entendiéndose como tratamiento convencional aquél que se lleva a cabo mediante las siguientes operaciones y procesos: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Los tratamientos avanzados pueden ser aireación, percloración, presedimentación, filtración por membranas, intercambio iónico, ósmosis inversa, adsorción y postcloración entre otros.

Una vez clasificada la fuente de agua se puede zonificar el territorio en términos de la delimitación de zonas en las que el agua tiene una calidad similar según los rangos establecidos y así hacer evidente la conveniencia de un determinado ordenamiento territorial.

4.3.2.2. Índice de calidad de agua para riego

La calidad del agua para riego está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contenga y que puedan afectar la fertilidad del suelo.

La determinación de la calidad del agua para riego es importante ya que en la actualidad se presentan problemas serios en lo que se refiere a la calidad misma de los cultivos y el efecto que esto ocasiona sobre la salud humana por la utilización de aguas contaminadas. Para enfrentar estos problemas es necesario disponer de información detallada respecto a la calidad del agua de riego y de experiencia suficiente relativa al efecto del agua de riego sobre el suelo y los cultivos, ya que existe la tendencia a emplear para riego toda agua disponible, tal como aguas de río no contaminada o flujos mezclados de mala calidad proveniente de las derivaciones de las corrientes superficiales.

En este proyecto se propone utilizar para determinar el potencial del agua para riego, la clasificación suministrada por el Manual # 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos²⁰. Esta clasificación considera la evaluación de las condiciones de salinidad o contenido de sodio intercambiable en cualquier zona de riego, como las variables básicas que se deben de considerar en una investigación que pretenda identificar la calidad de las aguas para el riego de cultivos.

²⁰ SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México, 1965

Como indicadores para valorar las variables propuestas, este sistema de clasificación sugiere la utilización de la conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio RAS, las cuales se describen en los siguientes apartes.

Conductividad eléctrica

La concentración total de sales solubles en las aguas de riego, para fines de diagnóstico y de clasificación, se puede expresar en términos de conductividad eléctrica, la cual se puede determinar en forma rápida y precisa.

Casi todas las aguas para riego tienen una conductividad eléctrica menor de 2250 micromhos/cm. Ocasionalmente se usan aguas de mayor conductividad, pero las cosechas obtenidas no han sido satisfactorias, excepto en raras ocasiones.

Desde la década de los años 40 el laboratorio de salinidad de Riverside Ca, estableció la clasificación que se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16. Clasificación de aguas para riego de acuerdo a la conductividad eléctrica

CLASIFICACION	CE $\mu\text{mho/cm}$
C.1. Agua de baja salinidad	0- 250
C.2. Agua de Salinidad Media	250- 750
C.3. Agua altamente salina	750- 2250
C.4. Agua muy altamente salina	2250 - 5000

Relación de adsorción de sodio RAS

La clasificación de las aguas de riego con respecto a la RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante, las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación del sodio en sus tejidos cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo.

Este índice expresa la posibilidad de que el agua de riego conduzca a la sodificación del suelo, lo cual depende de proporción de sodio con respecto al calcio y magnesio. El RAS se define por la siguiente ecuación:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{((\text{Ca}+\text{Mg})/2)^{1/2}}$$

En la cual, Na^+ , Ca^{++} y Mg^{++} representan las concentraciones en miliequivalentes por litro de los iones respectivos.

Los valores de RAS que permiten clasificar el agua de riego se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Valores de RAS para clasificación del agua

<i>CLASIFICACION</i>	<i>R A S (Meq/l)^{1/2}</i>
S.1. Agua baja en sodio	0 - 10
S.2. Agua media en sodio	10 - 18
S.3. Agua alta en sodio	18-26
S.4. Agua muy alta en sodio	> 26

En la práctica, el valor de la RAS del agua aumenta en el suelo a consecuencia del aumento de la concentración de todas las sales y de la posible precipitación de las de Ca y Mg a medida que disminuye el contenido de humedad por la extracción que hacen las plantas y por la evaporación superficial. Por tal motivo se considera el RAS como en mejor índice de equilibrio con relación al agua para riego.

Clasificación de aguas para riego

Al clasificar las aguas para riego, se supone que estas van a usarse bajo condiciones medias con respecto a variables como la textura del suelo, la velocidad de infiltración, el drenaje, la cantidad de agua usada, el clima y la tolerancia del cultivo a las sales. Desviaciones considerables del valor medio de cualquiera de estas variables, puede hacer inseguro el uso de un agua que bajo condiciones medias sería de muy buena calidad o, al contrario, pueden inducir a considerar un agua como buena cuando bajo condiciones medias sería de dudosa calidad. Esto debe tenerse en cuenta cuando se trata de clasificar las aguas para riego.

Diagrama para la clasificación de aguas para riego.

Para la determinación del índice de calidad de agua para riego se emplea el diagrama mostrado en la Figura 1. Este diagrama relaciona la conductividad eléctrica en micromhos por centímetro y la relación de adsorción de sodio. Para usar el diagrama es necesario conocer la conductividad eléctrica y las concentraciones de sodio, calcio y magnesio. Con las concentraciones iónicas de sodio, calcio y magnesio expresadas en miliequivalentes por litro se procede al cálculo de la relación de adsorción de sodio, RAS, mediante la ecuación que define su valor. Luego usando los valores de RAS y CE como coordenadas, se busca el punto correspondiente en el diagrama cuya posición determina la clasificación de calidad del agua para riego.

El significado e interpretación de las clases por calidad, según el diagrama, se resumen a continuación, de acuerdo con su conductividad y RAS:

Conductividad

Agua de baja salinidad (C1): Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

Agua de salinidad media (C2): Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales.

Agua altamente salina (C3): No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo, por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.

Agua muy altamente salina (C4): No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso, se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.

Sodio

La clasificación de las aguas de riego con respecto al RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante, las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación de sodio en sus tejidos cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo.

Agua baja en sodio (S1): Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Agua media en sodio (S2): En suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos que el suelo contenga yeso. Esta agua sólo puede usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

Agua alta en sodio (S3): Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos

pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable cuando se riegan con este tipo de aguas. Puede requerirse el uso de mejoradores químicos para sustituir al sodio intercambiable; sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.

Agua muy alta en sodio (S4): Es inadecuada para riego, excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la disolución del calcio del suelo y/o la aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el empleo de esta clase de aguas.

Ocasionalmente, el agua de riego puede disolver un buen porcentaje de calcio en los suelos calcáreos, de tal manera que disminuye notablemente el peligro por sodio, condición que deberá tenerse muy en cuenta en caso de usar aguas de las clases C1-S3 y C1-S4. Tratándose de suelos calcáreos de pH alto o de suelos que no son calcáreos, el estado del sodio de las aguas C1-S3, C1-S4 y C2-S4 se pueden modificar ventajosamente agregando yeso al agua. De igual manera, es conveniente aplicar yeso al suelo periódicamente cuando éste vaya a regarse con aguas C2-S3 y C3-S2.

Determinación de la calidad

Para determinar la calidad de agua para riego, se emplea un índice cualitativo que se obtiene del diagrama de clasificación de aguas para riego (Véase Figura 1).

La implementación de este índice de agua para riego se realiza a partir de los valores de conductividad eléctrica, medida en la muestra, y del cálculo de la relación de adsorción de sodio, RAS. Una vez obtenidos los valores correspondientes se clasifica la muestra de agua a partir de los rangos establecidos anteriormente, con ayuda del diagrama de la Figura 1.

En la Tabla 18 se presenta la síntesis de la clasificación para determinar el índice de calidad de agua para riego:

Tabla 18. Índice de calidad de agua para riego

CONDUCTIVIDAD		RAS	
CLASE	INDICE	CLASE	INDICE
C1	Excelente	S1	Excelente
C2	Buena	S2	Buena
C3	Inapropiada	S3	Inapropiada
C4	Inaceptable	S4	Inaceptable

De esta manera, se determinan aquellas zonas del territorio con iguales o diferentes características de calidad de agua para ser utilizada en el riego de cultivos. Esto permite identificar las zonas del territorio que pueden o no, utilizar el agua sin ningún tipo de restricción.

4.4 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DE LAS ZONAS CON POTENCIAL DE RECARGA DE ACUÍFEROS.

Las características de la información disponible en cada municipio debe ayudar a definir los lineamientos para abordar el análisis del recurso hidrogeológico. Si el municipio cuenta con información referente a la distribución de acuíferos, de la cantidad de agua disponible en ellos y de su calidad, debe integrarla al proceso de ordenamiento, ya que el agua subterránea representa una alternativa importante para abastecer la demanda del recurso, sobre todo en aquellas zonas donde exista déficit en la disponibilidad del recurso hídrico superficial. Debido a que normalmente esta información es muy escasa y los estudios para elaborarla son muy costosos, se propone desarrollar una metodología para valorar las zonas con potencial de recarga de acuíferos.

Como factores básicos para la evaluación preliminar del potencial de recarga se han considerado las características de permeabilidad de las rocas asociada a su porosidad primaria, la porosidad secundaria relacionada al fracturamiento de esas unidades de roca y la porosidad del suelo.

La porosidad primaria (o permeabilidad) en términos cualitativos puede ser descrita como la facilidad con la cual puede moverse un flujo a través de una roca porosa. La permeabilidad depende de las características granulométricas de las rocas, razón por la cual existen clasificaciones que relacionan estas características con la capacidad de drenaje y la existencia de condiciones favorables para la existencia de acuíferos.

La porosidad secundaria se evalúa por medio del establecimiento de la longitud de las fracturas o el número de fracturas por unidad de área. Se determina para medir la facilidad con que un flujo puede moverse a través de las discontinuidades estructurales de una unidad litológica.

La porosidad del suelo en términos cualitativos puede ser descrita como la facilidad con la cual puede moverse un flujo a través de los horizontes del suelo.

A partir del análisis de cada uno de estos factores y de su evaluación, valoración y posterior superposición, se obtiene un mapa general a escala 1:25.000 que indica las áreas de terreno superficial con potencial de recarga.

La metodología propuesta presenta limitaciones definidas por la escasez de la información y la escala a la que se encuentre la existente, sin embargo es importante resaltar que el producto que se obtiene representa una primera aproximación para el conocimiento de la hidrogeología del municipio y en ningún momento reemplaza estudios hidrogeológicos más detallados que realizan el IDEAM, la CAR y el mismo INGEOMINAS. Su interés radica principalmente en la posibilidad de utilizarlo en un proceso general de ordenamiento territorial.

Para determinar las zonas de recarga potencial, se debe asignar a cada factor un peso de acuerdo con la incidencia de cada uno en la alimentación del acuífero. Para no restarle importancia a un factor con respecto al otro y no contar con los elementos de juicio para hacerlo, se propone asignar un peso de 0,33 a cada uno.

Para determinar la permeabilidad de las diferentes unidades de roca se propone utilizar la clasificación de Custodio & Llamas (1983), que relaciona las características granulométricas de las unidades de roca con su capacidad de drenaje y potencial para contener acuíferos. En la Tabla 19, se presentan los rangos establecidos según las características granulométricas de las rocas, su capacidad de drenaje, su calificación en cuanto a la calidad de los acuíferos que pueden contener y los valores asignados.

Para evaluar la permeabilidad se debe recurrir al mapa geológico con el fin de identificar y separar las unidades de roca que por sus características pudieran incluirse en uno de los cinco rangos establecidos en la Tabla 19. Posteriormente se debe proceder a asignar a cada una unidad su valor.

Tabla 19. Rangos y valores asignados a la porosidad primaria (Según Custodio & Llamas, 1983)

Arcilla compacta, pizarra y granito	Limo arenoso, limo y arcilla limosa	Arena fina, arena limosa y caliza fracturada	Arena limpia, grava y arena, y arena fina	Grava limpia
Impermeable	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
Acuífudo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
1	2	3	4	5

Para evaluar la porosidad secundaria se debe determinar la densidad de fracturamiento, la cual a su vez se obtiene considerando el número de fracturas (fallas geológicas) por unidad de área, ó determinando la longitud de las fallas por unidad de área. Para calcular esta porosidad (empleando uno de los dos métodos), se recomienda dividir el territorio municipal en una cuadrícula (que puede ser de 0,5 km de lado), y posteriormente se calcula la densidad de fracturamiento para cada cuadrado. De acuerdo con los valores obtenidos se pueden definir rangos de densidad de fracturamiento, que se proponen en la Tabla 20

Tabla 20. Rangos y valores de densidad de fracturamiento.

RANGOS (0 m/km)	CLASIFICACIÓN CUALITATIVA	VALOR ASIGNADO
0 - 0.3	MUY BAJO	1
0.31 - 0.6	BAJO	2
0.61 - 0.9	MEDIO	3
0.91 - 1.2	ALTO	4
> 1.2	MUY ALTO	5

Para evaluar la porosidad de los suelos se propone relacionar las características texturales de las unidades de suelo con su capacidad de drenaje. En la Tabla 21 se presenta la clasificación y los valores que se asignan a cada textura en función de su posibilidad de permitir el tránsito de las aguas hacia zonas más profundas.

Tabla 21 Clasificación textural de los suelos.

	VALOR
Arcillosa y arcillo-limosa	1
Franco-arcillo-limosa, franco-arcillosa y franco-limosa.	2
Franco-arcilloso-arenoso y Arenoso-franco	3
Franco-arenoso y areno-franco.	4
Arenoso	5

Evalúo cada uno de los factores y genero un mapa para cada uno de ellos, se procede a combinarlos utilizando los pesos asignados y los valores obtenidos. El mapa final permite identificar de una manera preliminar las zonas de recarga potencial; define áreas superficiales con igual potencial y restricciones, si se considera la recarga potencial de un área como fuente de recurso, pero a su vez también como un área susceptible a la contaminación.

El potencial de recarga se logra mediante la combinación de los tres factores evaluados utilizando la siguiente expresión:

$$R_p = (0,33 \times P_p) + (0,33 \times P_{sec}) + (0,33 \times P_{su})$$

donde:

- R_p = Áreas de recarga potencial
- P_p = Valor por porosidad primaria
- P_{sec} = Valor por porosidad secundaria
- P_{su} = Valor por porosidad del suelo

El resultado final es un mapa que zonifica las unidades de roca y de suelo en función de su potencial de recarga de acuíferos, utilizando un sistema de información geográfico.

Cada unidad del mapa representa un valor de potencial de cero a cinco al que se relaciona una calificación cualitativa de la permeabilidad de los materiales geológicos. En la Tabla 22 se presenta la calificación de los materiales según la permeabilidad y se muestra una propuesta para denominar cada unidad en función de su grado de consolidación :Consolidado (A) y no consolidado (B).

Tabla 22. Clasificación cualitativa del potencial de recarga en función del grado de permeabilidad de los materiales geológicos.

	Consolidado (A)	No consolidado (B)
0-1	I	I - A
1-2	II	II - A
2-3	III	III - A
3-4	IV	IV - A
4-5	V	V - A

4.5 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL RECURSO MINERO

Para la valoración se utiliza una escala jerárquica similar para todos los componentes del potencial en sus diferentes niveles de desagregación, cuyos valores son de tipo cuantitativo de tal manera que puedan ser comparables entre sí, siendo el cero el valor mínimo y cinco el valor máximo. Además de este valor, a cada variable se le asigna un coeficiente de ponderación o peso que permite cuantificar su importancia relativa respecto de las demás variables. Dichos coeficientes son el resultado del consenso entre los profesionales que participan en el análisis, lo cual garantiza que el grado de subjetividad se minimice.

Para la valoración del recurso minero se propone utilizar cuatro variables principales: Características del recurso, explotabilidad del mineral, factibilidad del plan minero y las características de comercialización del mineral. Los pesos propuestos para las variables principales se presentan en la Tabla 23.

A su vez cada variable se desagrega en subvariables que permiten caracterizar las variables principales. Se propone utilizar las siguientes subvariables.

Recurso: definido por la cantidad, calidad, uniformidad litológica y continuidad de los yacimientos mineros.

Explotabilidad: valora la facilidad con que puede ser explotado un yacimiento en función de su profundidad o relación de descapote, la estabilidad, o nivel freático, y la pendiente del terreno.

Factibilidad del plan minero: se evalúa con base en la concentración de las áreas de explotación y en los conflictos que presente la actividad minera con otros usos posibles del territorio.

Comercialización: muestra la facilidad con que los materiales explotados pueden ser llevados al consumidor final, lo cual se mide con base en la infraestructura y según la distancia a los centros de consumo.

Para valorar el potencial mineral es indispensable evaluar inicialmente cada variable principal. Estas se evalúan a partir de las subvariables, utilizando pesos que jerarquicen la importancia de cada subvariable en la evaluación de la variable principal. En la Tabla 23, se muestran los pesos propuestos para cada subvariable.

Por último, el valor global es función de los valores de las variables que los constituyen, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$V = \sum P_i V_i$$

Donde: **V** : Valor global de componente
Vi : Valor de un componente constitutivo
Pi : Coeficiente de ponderación

Si desagregamos esta expresión, el valor del potencial mineral es:

$$V = 0.4R + 0.15EX + 0.23FP + 0.15C,$$

Donde: **V** = Valor global de un componente
R = Valor variable Recurso, $R = 0.3CN + 0.3CLK + 0.2CC + 0.2UL$
EX = Valor variable Explotabilidad $EX = 0.2CE + 0.4NF + 0.3PN$
FP = Valor variable Factibilidad del plan $FP = 0.2CE + 0.8UT$
C = Valor variable comercialización $C = 0.3IN + 0.7UD$

Tabla 23. Variables, subvariables y pesos para la valoración del potencial minero.

GRUPO	CODIGO	PESO	SUBVARIABLE	CODIGO	PESO
GRUPO	VARIADE	VARIADE	SUBVARIABLE	SUBVARIABLE	SUBVARIABLE
RECURSO	R	0.4	Cantidad	CI	0.3
			Calidad	CC	0.3
			Continuidad de las Capas	UL	0.2
			Uniformidad Litológica	CN	0.2
EXPLOTABILIDAD	EX	0.15	Profundidad	PF	0.3
			Estabilidad	NF	0.4
			Pendiente Topográfica	PN	0.3
FACTIBILIDAD DEL PLAN	FP	0.3	Concentración de explotaciones	UT	0.2
			Conflictos de uso	UT	0.8
COMERCIALIZACIÓN	C	0.15	Infraestructura	IN	0.3
			Ubicación demanda	UD	0.7

Es importante tener en cuenta que esta expresión debe ser desarrollada para cada mineral que puede tener un potencial representativo dentro del territorio municipal.

4.6 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL BIOPOTENCIAL

La valoración del biopotencial se determina en función de la evaluación del potencial en flora y fauna que se encuentre en los relictos de bosque, matorrales y rastrojos que existan en el municipio. Para la valoración se consideran tres variables: tamaño, estado de conservación e importancia estratégica. A cada variable se le debe asignar un coeficiente de ponderación o peso que permita cuantificar su importancia relativa respecto de las demás variables

Al tamaño (T), se propone asignar un peso del 15% y se plantea valorarlo en función de la extensión en hectáreas de las porciones del territorio que tengan relictos de bosque, matorrales o rastrojos.

A la variable de estado de conservación se sugiere asignar un peso del 35% y se plantea valorarlo en función de cuatro subvariables: biodiversidad (B), densidad de cobertura (Dc), endemismos (E), y estado evolutivo (Ev). A su vez para obtener el valor del estado de conservación se insinúa asignar un peso a cada subvariable en función de su importancia relativa respecto de las demás subvariables. Se propone asignar a la biodiversidad un peso del 35%, a la densidad de cobertura de 25%, al endemismo del 15% y al estado evolutivo del 25%.

Para cuantificar la biodiversidad, se sugiere aplicar el concepto de número de organismos de diferente especie por unidad de área. La densidad de cobertura se plantea valorar en función del número de organismos totales por unidad de área. Para los endemismos, se propone una calificación utilizando una escala discontinua entre 1 y 5, en la que 5 significa presencia de endemismos y 1 ausencia. Finalmente, para cuantificar el estado evolutivo se propone una calificación en función de la etapa serial.

A la importancia estratégica (Ie), se le asignó un porcentaje de 50%, debido a que se considera como una de las variables fundamentales que expresa el valor extrínseco de cada uno de los componentes. Se propone definirla a partir de cuatro subvariables: Mantenimiento de servicios ambientales (Msa), Prevención de riesgos ambientales (Pra), Producción de bienes ambientales (Pba), y Area de influencia (Ai).

El mantenimiento de servicios ambientales es entendido como la persistencia de las funciones de conservación de suelos, agua, y biodiversidad de cada uno de los componentes. La prevención de riesgos ambientales se define como la capacidad de la unidad para mitigar y prevenir fenómenos naturales tales como deslizamientos, avalanchas etc. De igual manera, la capacidad que tiene la unidad para proveer elementos indispensables para el mantenimiento de la vida se ha denominado Producción de bienes y servicios ambientales.

El área de influencia, se propone considerarla en cinco niveles espaciales: puntual, local, sectorial, regional y nacional. Puntual, cuando los bienes y servicios ambientales que provee la unidad no trascienden el entorno de la vereda; sectorial cuando incluye más de una vereda; local cuando todo el Municipio se beneficia de los bienes y servicios ambientales; regional cuando no perturban la marcha de todo el país, pero sus servicios son importantes a escala departamental; y nacional cuando todo el país depende de los bienes y servicios ambientales. En la Tabla 24, se presenta un resumen de la metodología para valorar el potencial biótico.

Tabla 24. Variables, porcentajes y criterios utilizados en la valoración del subsistema biótico.

CATEGORÍA	VARIABLE	REL. %	SUBVARIABLE	SUBVARIABLE	INDICADOR	RANGO	VALOR	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	
RELICTOS DE BOSQUE MATORRALES RASTROJOS	TAMAÑO	15%			Hectáreas	0 - 10	1	0.30	
						11 - 20	2		
						21-30	3		
						31-40	4		
						>40	5		
	ESTADO DE CONSERVACIÓN	35%	BIODIVERSIDAD	35%	Nº especies diferentes/Ha		0-500	1	0.35
							501-1000	2	
							1001-1500	3	
							1501-2000	4	
							> 2000	5	
		DENSIDAD DE COBERTURA	25%	Nº organismos/Ha			0-1000	1	0.25
							1001-2000	2	
							2001-3000	3	
							3001-4000	4	
							> 4000	5	
		ENDEMISMOS	15%	Presencia			Ausencia	1	0.15
							Presencia	5	
		ESTADO EVOLUTIVO	25%	Etapa serial			Inicial	1	0.25
							Media	3	
							Alta	5	
MANTENIMIENTO DE SERVICIOS AMBIENTALES	30%	Conservación de Suelos, agua y biodiversidad			Baja	1	0.30		
					Media	3			
					Alta	5			
PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	30%	Protección Zonas de alto Riesgo			Baja	1	0.30		
					Media	3			
					Alta	5			
PRODUCCIÓN DE BIENES AMBIENTALES	25%	Disponibilidad de bienes ambientales			Baja	1	0.25		
					Media	3			
					Alta	5			
ÁREA DE INFLUENCIA	15%	Rango de influencia			Puntual	1	0.15		
					Local	2			
					Sectorial	3			
					Regional	4			
					Nacional	5			

Para obtener el valor total de cada unidad, se propone utilizar una ecuación que permite expresar matemáticamente el valor en cada una de las unidades cartografiadas.

La ecuación es la siguiente: $V_{bp} = \sum ViPi$.

Donde: V_{bp} = Valor del biopotencial
 V_i = Valor de cada variable
 P_i = Coeficiente de ponderación

Si se desgrega esta expresión tenemos que el valor del potencial biótico es:

$$V_{bp} = T*0.15 + Ec*0.35 + Ie*0.5$$

$$Ec = (BI * 0.35) + (DC * 0.25) + (E * 0.15) + (EEV * 0.25)$$

$$Ie = (Msa * 0.3) + (Pra * 0.3) + (Pba * 0.25) + (Ai * 0.15)$$

Dependiendo del valor de cada componente, se propone cuantificarlo como zona de potencial biótico muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto y diferenciarlo en el mapa con diferentes colores. La mapeación permite a los responsables del ordenamiento orientar la conservación de zonas valiosas y realizar actividades de mayor impacto hacia las zonas menos valiosas.

4.7 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL SUBSISTEMA SOCIAL.

El subsistema social es de difícil cuantificación ya que muchos de sus componentes se determinan mejor de forma cualitativa. Aquí se propone un ejercicio de aproximación numérica al estado potencial de la población municipal que en conjunto permite realizar actividades tendientes al desarrollo sostenible.

Con el fin de disminuir el grado de subjetividad en la valoración del subsistema social, cada uno de sus componentes se discrimina en variables y estas variables a su vez, se discriminan en subvariables. Así el valor del potencial del subsistema social se determina por medio de la sumatoria de cinco ecuaciones que corresponden al valor de sus cinco componentes: Manifestaciones Culturales (Mc), Demografía (De), Calidad de Vida (Cv), Actores Sociales (As), Institucionalidad Social (Is). A cada componente se le asigna un coeficiente de ponderación o peso que permita cuantificar su importancia relativa.

La aplicación de las ecuaciones de las variables, los componentes y el total del subsistema social se realiza en cada unidad antrópica (veredas y centros poblados), calificando en una escala de uno a cinco, para finalmente obtener un total general del subsistema social (VSs) expresado en la siguiente ecuación:

$$VSs = (W_{Mc} * Mc) + (W_{De} * De) + (W_{Cv} * Cv) + (W_{As} * As) + (W_{Is} * Is)$$

En la Tabla 26 se presentan los pesos (W) propuestos para cada componente. A su vez, cada componente se desagrega en variables y subvariables que permiten caracterizarlo utilizando también pesos que son mostrados en la Tabla 26. A continuación se presentan las fórmulas para calcular el valor de cada componente.

Ecuación para estimar el valor del componente Manifestaciones Culturales:

$$V_{Mc} = (W_{Hm} * Hm) + (W_{Pc} * Pc)$$

Esta ecuación de Manifestaciones Culturales (Mc), se determina por el valor de la sumatoria de la Historia Municipal (Hm) y de la ecuación de Patrimonio Cultural (Pc), que a su vez se logra calculando el grado de conservación de la cultura (Gc) y el grado de arraigo por el territorio (Ga). En la Tabla 25 se muestra los valores propuestos para cada variable y subvariable, utilizando una escala de uno a cinco.

$$V_{Pc} = (W_{Gc} * Gc) + (W_{Ga} * Ga)$$

Ecuación para estimar el valor del componente Demografía:

$$V_{De} = (W_{Es} * Es) + (W_{Din} * Din)$$

Esta ecuación de Demografía (De), se determina por el valor de la sumatoria de las ecuaciones de Estructura Poblacional (Es) y Dinámica Poblacional (Din), que a su vez se obtienen calculando el valor de la densidad de población (Den), su distribución por área (Di), los procesos migratorios (Pm), la población proyectada (Pp) y las relaciones intramunicipales (Rm):

$$\begin{aligned} V_{Es} &= (W_{Den} * Den) + (W_{Di} * Di) \\ V_{Din} &= (W_{Pm} * Pm) + (W_{Pp} * Pp) + (W_{Rm} * Rm) \end{aligned}$$

Ecuación para estimar el valor del componente Calidad de Vida:

$$V_{Cv} = (W_{Ss} * Ss) + (W_{Sp} * Sp) + (W_{Nv} * Nv)$$

Esta ecuación de Calidad de Vida (Cv), se determina por el valor de la sumatoria de las ecuaciones de Servicios Sociales Básicos (Ss), Seguridad Pública (Sp) y Nivel de Vida (Nv). La ecuación de Servicios sociales básicos se hace teniendo en cuenta índices de calidad (cobertura se califica en la valoración del subsistema artificial) en educación (E), salud (S), vivienda (V), recreación (R) y saneamiento básico (Sa).

Para determinar la seguridad pública se plantea utilizar indicadores como el número de homicidios por año (H) y número de ataques subversivos (A). Así mismo, para establecer el nivel de vida se hace uso de los indicadores más usuales como son el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (Nbi) y el índice de población en miseria (Pm).

$$\begin{aligned} V_{Ss} &= (W_E * E) + (W_S * S) + (W_V * V) + (W_R * R) + (W_{Sa} * Sa) \\ V_{Sp} &= (W_H * H) + (W_A * A) \\ V_{Nv} &= (W_{Nbi} * Nbi) + (W_{Pm} * Pm) \end{aligned}$$

Ecuación para estimar el valor del componente Calidad de Vida:

$$V_{As} = (W_{Os} * Os) + (W_{Ps} * Ps)$$

Esta ecuación de Actores Sociales (As), determina el grado de Organización Social (Os) y de Participación Social (Ps) de la población para lograr el desarrollo sostenible desde su territorio. Las ecuaciones se calculan utilizando indicadores como el liderazgo (L), la capacidad de gestión (C), el grado de concertación (G) y el nivel de participación (Np):

$$\begin{aligned} V_{Os} &= (W_L * L) + (W_C * C) \\ V_{Ps} &= (W_G * G) + (W_{Np} * Np) \end{aligned}$$

Ecuación para estimar el valor del componente Institucionalidad Social:

$$V_{Is} = (W_{Cg} * Cg) + (W_{Gn} * Gn)$$

Esta ecuación de Institucionalidad Social (Is), muestra la Capacidad de Gobernabilidad (Cg), y el Grado de Adaptación de la Población a la Normatividad Vigente (Gn), que se vive en el territorio municipal.

Tabla 25. Componentes, variables, subvariables e indicadores propuestos para la valoración del subsistema social

COMPONENTE	VARIABLE	%	SUBVARIABLE	%	INDICADOR	RANGO DEL INDICADOR	
MANIFESTACIONES CULTURALES	15	Historia Municipal	40		Divulgación	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto	
		Patrimonio Cultural	60	Grado de Conservación	60	Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto
				Grado de Arraigo al territorio	40	Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto
DEMOGRAFÍA	25	Estructura Poblacional	50	Densidad Poblacional	40	# de habitantes por km ²	1. 0-100 2. 101-300 3. 301-700 4. 701-1.000 5. > 1.000
				Distribución Poblacional por zona urbana	30	# de habitantes en zona urbana	1. < 1.000 2. 1.001-5.000 3. 5.001-10.000 4. 10.001-30.000 5. > 30.000
				Distribución Poblacional por zona rural	30	# de habitantes en zona rural	1. < 1.000 2. 1.001-5.000 3. 5.001-10.000 4. 10.001-30.000 5. > 30.000
		Dinámica Poblacional	50	Proceso Migratorio	20	Intangible	1 Nulo 3 Discontinuo 5 Continuo
				Proyección Poblacional	50	Tasa de crecimiento para el año 2010	1. < 0 2. 1-2 3. 2-3 4. 3-4 5. > 4
				Relaciones inter municipales	30	Intangible	1 No existen 3 Poco frecuente 5 Muy frecuente

COMPONENTE	VARIABLE	%	SUBVARIABLE	%	INDICADOR	RANGO DEL INDICADOR											
CALIDAD DE VIDA	25	Servicios Sociales Básicos	30	Educación	30	Calidad	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto										
				Salud	30	Calidad	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto										
				Vivienda	20	Calidad	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto										
				Recreación y deporte	5	Calidad	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto										
		Seguridad Pública	30	Homicidios por año	50	# de hechos por año	50	# de hechos por año	1. < 100 2. 101-300 3. 301-700 4. 701-1.000 5. > 1.000								
									Ataque de grupos armados	50	# de hechos por año	1. 0-3 3. 4-6 5. 6-10					
												Nivel de Vida	40	Necesidades Básicas Insatisfechas	50	# de personas con N.B.I.	1. < 1.000 2. 1.001-5.000 3. 5.001-10.000 4. 10.001-30.000 5. > 30.000
																	Estado de Pobreza y Miseria

COMPONENTE	%	VARIABLE	%	SUBVARIABLE	%	INDICADOR	RANGO DEL INDICADOR		
ACTORES SOCIALES	20	Organización Social	50	Liderazgo	50	Nivel de liderazgo	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto		
				Capacidad de Gestión		50	Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto	
		Participación Social		50		Grado de Concertación	50	Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto
				Nivel de Participación		50	Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto	
INSTITUCIONALIDAD SOCIAL	15	Capacidad de Gobernabilidad local	50			Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto		
		Grado de adaptación de la población a la normatividad vigente	50			Intangible	1 Muy Bajo 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Muy Alto		

En el Tabla 26 se aprecia la calificación dada a cada uno de los componentes del subsistema social, que en las ecuaciones es el valor del coeficiente W. Teniendo en cuenta los rangos del indicador se valoró cada subvariable para ser cuantificable según las características de cada componente, variable y subvariable.

4.8 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL SUBSISTEMA ECONÓMICO.

Por medio de la valoración del subsistema económico se puede determinar para cada unidad antrópica, vereda o centro poblado, la posibilidad individual o en conjunto, de desarrollar su potencial productivo, transformado o comercial, representado respectivamente por los tres sectores de la economía: primario (Sp), secundario (Ss) y terciario (St). Adicionalmente se evalúa la capacidad administrativa y financiera del principal ente local: la alcaldía municipal (Ie).

Para valorar el potencial del subsistema económico se propone una ecuación general (Vse), compuesta por la sumatoria de cuatro ecuaciones específicas que corresponden a los cuatro componentes descritos en la metodología. Es así como el valor del subsistema económico se logra calculando la siguiente ecuación:

$$Vse = (WSpXSp) + (WSsxSs) + (WStxSt) + (WlExIe)$$

A continuación se presentan las ecuaciones para valorar cada uno de los componentes principales:

Ecuación para estimar el valor del componente Sector Primario (Sp): A través de este valor se determina la disponibilidad de terrenos para producir bienes y la posibilidad de que esos bienes generen ganancias a los productores. En la Tabla 26 se muestra los pesos sugeridos para las variables y subvariables de cada componente.

$$VSp = (WpreXpre) + (WproXpro) + (WrenXren),$$

Donde: Sp: Sector primario de la economía, el cual está determinado por la sumatoria de las siguientes ecuaciones:

$$Vpre = (WtaXta) + (WteXte) + (WreXre),$$

Donde: Pre-Factor predial
Ta: Tamaño de la propiedad
Te: Tipo de tenencia
Renta: Valor del predio o renta.

$$Vpro = (WaXa) + (Wpib1Xpib1),$$

Donde: Pro: Producción
A: área destinada a la producción
Pib1: Producto interno bruto del sector primario

$$Vren = (WcaXca) + (WgaXga),$$

Donde: Ren: Rentabilidad de la producción
Ca: Calidad de la producción
Ga: Ganancia de lo producido

Ecuación para estimar el valor del componente Sector Secundario: Con esta ecuación se establece el potencial industrial agroindustrial o microempresarial que tiene el municipio y la participación de las actividades transformadoras de bienes primarios en el Producto Interno Bruto de la economía municipal.

$$VSS = (WtiXti) + (WcoXco) + (Wpib2Xpib2),$$

Donde: VSS: Sector secundario de la economía
 Ti: Tipo de industria
 Co: Continuidad de la producción
 Pib2: Producto interno bruto del sector secundario

Ecuación para estimar el valor del componente Sector Terciario: A partir de esta valoración se establecen las posibilidades que tiene el municipio como centro de comercio y servicios para la región y para su propio territorio.

$$VST = (WccXcc) + (WsbXsb) + (WtgXtg),$$

Donde: St: Sector terciario de la economía
 Cc: Comercialización
 Sb: Servicios bancarios
 Tg: Tiendas grandes

Ecuación para estimar el valor del componente Institucionalidad Económica: En esta valoración se determina por una parte la autonomía financiera que tiene el municipio para llevar a cabo la realización de sus propios proyectos y por otra, la capacidad de la Alcaldía Municipal para liderar procesos internos y externos con alta eficiencia.

$$Vie = (WdpXdp) + (WefXef) + (WctXct),$$

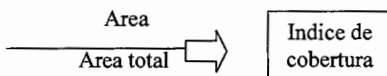
Donde: Ie: Institucionalidad económica
 Dp: Grado de dependencia de recursos externos
 Ef: Eficiencia administrativa y financiera
 Ct: categoría territorial

4.9 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA VALORACIÓN DEL POTENCIAL DEL SUBSISTEMA ARTIFICIAL

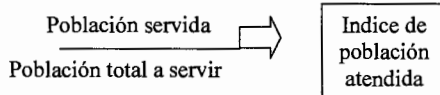
El objetivo fundamental de la valoración de este subsistema es verificar el grado de valor agregado que se le ha dado al entorno natural. Entendiendo valor agregado como el aumento y mejoramiento de los componentes de la superestructura urbana.

La forma de valorar los índices es en rangos de porcentaje convertidos en una escala de uno a cinco (de menor a mayor calificación).

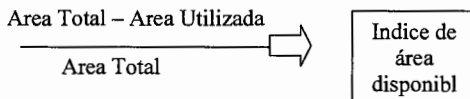
Para cuando el indicador es cobertura se toma por áreas cubiertas sobre áreas totales por cubrir así:



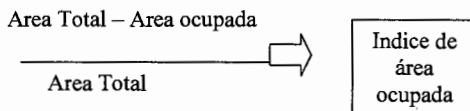
Para cuando el indicador es población atendida se trabaja:



Para el indicador de área disponible se trabaja:



Para el indicador de área ocupada se trabaja:



Para la evaluación del subsistema artificial se propone utilizar cinco variables principales: Infraestructura de transportes, infraestructura de servicios públicos, infraestructura de equipamiento comunal, infraestructura de producción e infraestructura de residencia. A cada variable se le asigna un coeficiente de ponderación o peso que permita cuantificar su importancia relativa respecto a las demás variables. En el Tabla siguiente se muestran los pesos propuestos a cada una de las variables.

Tabla 26. Asignación de pesos para cada una de las variables.

COMPONENTES	W
Infraestructura de transportes (IT)	0.2
Infraestructura de servicios públicos (ISPD)	0.2
Infraestructura de equipamiento comunal (IEC)	0.2
Infraestructura de producción (IP)	0.2
Infraestructura de residencia (IR)	0.2

El valor del subsistema artificial se puede expresar mediante una ecuación matemática que integra a su vez cinco ecuaciones que caracterizan cada una de las variables consideradas. La ecuación índice se expresa de la siguiente manera:

$$\text{VSA} = (\text{W IT} \times \text{VIT}) + (\text{WISPD} \times \text{VISPD}) + (\text{WIEC} \times \text{VIEC}) + (\text{WIP} \times \text{VIP}) + (\text{WIR} \times \text{VIR})$$

Donde

- VSA = Valor del subsistema artificial
- W = coeficiente de ponderación de cada variable
- VIT = Valor infraestructura de transportes
- VISPD = Valor infraestructura de servicios públicos

VIEC	= Valor infraestructura de equipamiento comunal
VIP	= Valor Infraestructura de producción
VIR	= Valor infraestructura de residencia.

A su vez cada una de las variables se categoriza en función de las siguientes ecuaciones:

4.9.1 Infraestructura de transportes.

$$VIT = (W \text{ vial} \times \text{Via}) + (W \text{ oleo} \times \text{Oleo}) + (W \text{ FI} \times \text{FI}) + (W \text{ Ae} \times \text{Ae})$$

Donde:

VARIABLE	SIGLA	W
Viaductos	Vía	0.5
Oleoductos	Oleo	0.25
Fluviales	FI	0.125
Aéreos	Ae	0.125

4.9.2. Infraestructura de servicios públicos

$$VISPD = (W \text{ As} \times \text{As}) + (W \text{ Acal} \times \text{Acal}) + (W \text{ E} \times \text{E}) + (W \text{ G} \times \text{G}) + (W \text{ Tel} \times \text{Tel})$$

Donde: \circ

VARIABLE	SIGLA	W
Aseo	As	0.2
Acueducto y alcantarillado	Acal	0.2
Energía	E	0.2
Gas	G	0.2
Teléfono	Tel	0.2

4.9.3 Infraestructura de equipamiento comunal

$$VIEC = (W \text{ qed} \times \text{Eqed}) + (W \text{ eqs} \times \text{Eqs}) + (W \text{ eqi} \times \text{Eqi}) + (W \text{ Amu} \times \text{Amu}) + (W \text{ Esp} \times \text{Esp}) + (W \text{ Zcax} \times \text{Zca}) + (W \text{ vrrx} \times \text{Zvrr}) + (W \text{ Zes} \times \text{Zes}) + (W \text{ Zr} \times \text{Zr})$$

Donde:

VARIABLE	SIGLA	W
Equipamiento educativo	Eqed	0.1
Equipamiento de salud	Eqs	0.1
Equipamiento institucional	Eqi	0.1
Amoblamiento urbano	Amu	0.1
Espacio público	Esp	0.1
Zonas de conservación arquitectónica	Zca	0.1
Zonas verdes, de reserva y áreas recreativas	Zvrr	0.1
Zonas de expansión y áreas suburbanas	Zes	0.1
Zonas de riesgo	Zr	0.1

4.9.4 Infraestructura de producción

$$VIP = (W_{Agr} \times Agr) + (W_{Ind} \times Ind) + (W_{Coms} \times Coms)$$

Donde:

VARIABLE	SIGLA	W
Agrícola	Agr	0.5
Industrial	Ind	0.3
Comercial y de servicios	Coms	0.2

4.9.5 Infraestructura de residencia

$$VIR = (W_{Vu} \times Vu) + (W_{Vm} \times Vm)$$

Donde:

VARIABLE	SIGLA	W
Vivienda unifamiliar	Vu	0.7
Vivienda multifamiliar	Vm	0.3