



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

## **CAMPUS PUEBLA**

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN GESTIÓN DEL  
DESARROLLO DEL TERRITORIO RURAL**

**Planificación para el Uso Integral de los Recursos: El caso  
Subcuenca del Río Ciruelas en Costa Rica.**

**JOSELYN ZÚÑIGA MELÉNDEZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA**

Puebla, Pue, Enero del 2011

La presente tesis intitulada: **Planificación para el Uso Integral de los recursos: El caso Subcuenca del Río Ciruelas en Costa Rica**, realizada por la alumna: **Joselyn Zúñiga Meléndez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

## **MAESTRÍA TECNOLÓGICA**

### **EN GESTIÓN DEL DESARROLLO DEL TERRITORIO RURAL**

#### **CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:



---

DR. JAVIER DELGADILLO MACÍAS

ASESOR:



---

DR. NESTOR ESTRELLA CHULIM

ASESOR:



---

DR. JOSÉ PEDRO JUÁREZ SÁNCHEZ

Puebla. Pue, México, Enero del 2011

**En el programa Interinstitucional en Gestión del Desarrollo del Territorio Rural participan:**

- |  |   |
|--|---|
|  | Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural |
|  | Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural A.C.                                      |
|  | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura   |
|  | Colegio de la Frontera Sur  |
|  | Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas Campus Puebla  |
|  | Colegio de Tlaxcala A.C.  |
|  | Universidad Autónoma Chapingo   |
|  | Universidad Nacional Autónoma de México   |
|  | Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco   |
|  | Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  |

# **PLANIFICACIÓN PARA EL USO INTEGRAL DE LOS RECURSOS:EL CASO SUBCUENCA DEL RÍO CIRUELAS EN COSTA RICA**

Joselyn Zúñiga Meléndez,  
Colegio de Postgraduados, 2011

## **Resumen**

La falta de planeación en el manejo de las cuencas y subcuencas deriva en impactos ambientales negativos, afectando, no solo, los sistemas bióticos, sino también el bienestar de la población.

En este sentido, esta investigación, presenta un diagnóstico y una propuesta de manejo integral de la subcuenca río Ciruelas. En la que se exponen las características tanto físico geográficas, como socio culturales que forman parte de esta subcuenca.

Al conceptualizar a la subcuenca como un sistema, permite entender que existe una relación sociedad-naturaleza, la cual es vital para lograr equiparar o mitigar los efectos negativos en materia ambiental, social y económica que trae consigo el inadecuado manejo de los recursos. En el análisis de la subcuenca se parte del principio de que el recurso suelo solo es un elemento, con límites en extensión y en la capacidad de uso de la subcuenca a lo largo de sus diferentes secciones, parte media, alta, y baja.

En esta perspectiva, se busca a través del diagnóstico el establecimiento de las medidas compensatorias por medio de programas y proyectos que deben materializarse en lo que llamamos la zonificación propuesta. Así, el proceso de zonificación permitió delimitar los espacios de conflicto y de esta forma tener claridad sobre el plan de manejo que debe realizarse, donde se establecieron tres zonas fundamentales: la zona de uso restringido, uso urbano y uso agroforestal. Se concretaron 4 grandes programas de trabajo para la recuperación de la subcuenca y el manejo integral de los recursos.

## **Palabras clave.**

Cuenca hidrográfica, Subcuenca, Manejo Integral, sobre uso y conflicto de uso del suelo, zonificación, planificación.

# PLANIFICACIÓN PARA EL USO INTEGRAL DE LOS RECURSOS:EL CASO SUBCUENCA DEL RÍO CIRUELAS EN COSTA RICA

Joselyn Zúñiga Meléndez Mtra.  
Colegio de Postgraduados, 2011

## **Abstract**

The lack of planning in the management of watersheds and sub watersheds result in negative environmental impacts, affecting not only, biotic systems, but also the welfare of the population.

In this sense, this research presents a diagnosis and a proposal for comprehensive management of sub watersheds, Río Ciruelas. In this sense are exposed the physical and geographical characteristics, as well as socio-cultural characteristics as a part of this sub watershed.

Conceptualize the watershed as a system, is easy to understand that there is a relationship between society and nature, which is vital to match or mitigate adverse effects on environmental, social and economic which brings the mismanagement of resources. This analysis stems from the principle that the land resource is only one, with limits in size and usability of the watershed along its various sections, middle, high and low.

In this perspective, this diagnosis is an effort to the establishment of compensatory measures through programs and projects to be implemented in what we call the zoning proposal. Thus, the zoning process helped to identify the areas of conflict and clarified about the management plan to be performed, which identified three fundamental areas of restricted use area, urban use and use of agro forestry. Four major programs were implemented for the recovery of the sub watershed and integrated resource management.

## **Key words**

Watershed, Integral Management, on use and land use conflict, zoning, planning.

**Dedico esta tesis a:**

Primeramente a Dios padre por acompañarme desde un inicio en mis pensamientos, cuando de estudiante visualicé mi sueño de estudiar fuera de mi querido país, en búsqueda de nuevas oportunidades para ampliar mis conocimientos. Desde entonces papá Dios me acompañó en mis oraciones y puso en mi camino a las personas clave para que pudiera hacer todo lo necesario por realizar mi sueño.

En este proceso mis padres y hermanos fueron un pilar, que aunque con temor me vieron partir sabían que regresaría a casa con las arcas llenas de conocimiento, gracias mami y papi, queridos hermanos y compañeros de estudio.

A mis hermanos Mexicanos, mis profesores de los cuales aprendí y me llenaron de nuevas expectativas en conocimiento, y por supuesto a mis colegas maestrantes quienes fueron compañeros incondicionales en el trabajo y aún siguen presentes.

A mi hijo Pablo por la manera en que me enseñó a seguir adelante con mis propósitos y sobre todo a mi esposo Rodolfo quien me ha apoyado e impulsado siempre por la senda del éxito, gracias por la fuerza que me das cada día para vencer los obstáculos.

A todos ellos, mi aprecio y agradecimiento profundo.

<b>CONTENIDO</b>	<b>página</b>
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. El tema y objeto de estudio	2
1.2. El problema y su importancia	3
1.2.1. Justificación	5
1.3. Enfoque de la Investigación	6
1.4. El contenido de la tesis.	6
<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA DEL TRABAJO</b>	<b>8</b>
2.1. Los objetivos	8
2.2. Fases, técnicas e instrumentos	8
2.3. Fuentes de información	9
<b>CAPÍTULO III MARCO FORMAL Y TEORICO</b>	<b>13</b>
3.1 Aspectos legales y formales	13
3.1.1 Sobre el Marco Legal	14
3.2. Conceptos de Cuenca y su manejo	16
3.2.1 La cuenca como sistema	17
3.2.2. Manejo de cuencas	17
3.2.3 La cuenca y su gente	17
3.2.4 Conflictos o divergencias de uso de la tierra por cuenca hidrográfica.	18
3.3. Ordenamiento territorial	19
3.3.1 Zonificación	19
3.4. Conceptos y niveles jerárquicos de Planificación	20
<b>CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>24</b>
4.1. Caracterización de la Subcuenca	24
4.1.1 Delimitación del Área de Estudio	24
4.1.1.2 Ubicación	25
4.1.1.3 Caracterización Geográfica y Física	27
4.1.1.4 Hidrología	27
4.1.1.5. Geología	29
4.1.1.6. Geomorfología	31
4.1.1.7 Pendientes	33
4.1.1.8 Suelos	35
4.1.1.9 Datos Climáticos	38
4.1.2. Caracterización Económica y Social	38
4.1.2.1 Demografía y principales actividades económicas	38
4.1.2.2 Actividades económicas	41
4.1.2.3 Principales actividades productivas en la Sub cuenca	42
4.1.2.4 Principales actores de la subcuenca	44

<b>CAPITULO V DIAGNÓSTICO DE LA SUBCUENCA</b>	<b>46</b>
5.1 Capacidad de uso de la tierra	46
5.1.1 Capacidades de uso de las tierras presentes en la subcuenca del Río Ciruelas.	49
5.1.2 Uso actual del suelo en la subcuenca del Río Ciruelas.	51
5.1.3 Conflictos de uso del suelo en la subcuenca con respecto a su capacidad.	54
5.2 Problemáticas, problemas, causas y efectos derivadas del uso actual presente en la Subcuenca	57
5.2.1 Problemas de Contaminación	58
5.2.1.1 Contaminación Industrial	58
5.2.1.2 Contaminación residencial.	59
5.2.1.3 Fuentes de contaminación agrícola.	59
<b>CAPITULO VI PLAN DE MANEJO, PROYECTOS Y SUBPROYECTOS, PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS</b>	<b>61</b>
6.1. PLAN DE MANEJO	61
6.1.1. Áreas prioritarias en el plan de manejo	61
6.1.2 Zonas de uso prioritario dentro del Plan de Manejo.	65
6.1.3 Áreas de Desarrollo para implementar programas y proyectos	70
6.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN	70
6.2.1 Estructura de la toma de decisiones	71
6.2.2 Los programas y subprogramas	72
6.2.2.1 Programa de Capacitación	72
6.2.2.2 Programa de Recuperación de la Subcuenca del Río Ciruelas	73
6.3 Componentes del Proyecto	75
6.3.1. Evaluación de la Situación Ambiental	75
6.3.2 Investigación y Estudios Ambientales	76
6.3.3 Información para la Planificación Ambiental y Diseño de Soluciones	77
6.4 Subproyectos propuestos	77
6.4.1. Proyecto Manejo de desechos sólidos	78
6.4.1.1 Proyecto de Tratamiento de aguas residuales	80
6.4.1.2 Proyecto para la Protección Forestal y Reforestación, Ríos y Nacientes	81
6.4.1.3 Programa Acciones Agroforestales	82
6.4.1.4. Programa para la Conservación de Suelos y Control de la Erosión	85
6.4 Subproyectos propuestos	88

<b>6.5 CARÀCTERÍSTICAS, ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CIRUELAS</b>	<b>88</b>
<b>CAPÍTULO VII REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>89</b>
7.1 Reflexiones	89
7.2 Recomendaciones	91
<b>CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>92</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura N°1</b>	Estructura de Toma de Decisiones	<b>71</b>
<b>Figura N°2</b>	Estructura de Integración del Comité Técnico Ambiental	<b>75</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°1</b>	Fuentes de información digital	<b>10</b>
<b>Cuadro N°2.</b>	Operacionalización de los objetivos del proyecto	<b>12</b>
<b>Cuadro N°3</b>	Porcentajes de viviendas propias, viviendas en buen estado, con acueducto, con sanitario y densidad de población, de la Subcuenca del Río Ciruelas, según censo del 2000	<b>40</b>
<b>Cuadro N°4</b>	Categorías de uso de la tierra para Costa Rica	<b>47</b>
<b>Cuadro N°5</b>	Factores limitantes para el uso de las tierras, según categoría	<b>48</b>
<b>Cuadro N°6</b>	Capacidad de uso de la tierra por extensión (1994)	<b>49</b>
<b>Cuadro N°7</b>	Uso de la tierra por extensión en has (1996)	<b>51</b>
<b>Cuadro N°8</b>	Divergencias en el uso de la tierra (1999)	<b>55</b>
<b>Cuadro N°9</b>	Resumen de la propuesta para el desarrollo del Plan de Manejo integral para la subcuenca del río Ciruelas, 2007	<b>78</b>

## **INDICE DE MAPAS**

<b>Mapa 1.</b>	Ubicación Geográfica de la subcuenca	<b>26</b>
<b>Mapa 2.</b>	Mapa de red hídrica de la subcuenca	<b>28</b>
<b>Mapa 3.</b>	Formaciones Geológicas	<b>30</b>
<b>Mapa 4.</b>	Geomorfología	<b>32</b>
<b>Mapa 5.</b>	Niveles de Elevación y pendiente	<b>34</b>
<b>Mapa 6.</b>	Suelo	<b>37</b>
<b>Mapa 7.</b>	Capacidad de Uso del Suelo	<b>50</b>
<b>Mapa 8.</b>	Uso del Suelo	<b>53</b>
<b>Mapa 9.</b>	Conflicto de Uso del Suelo	<b>56</b>
<b>Mapa 10.</b>	Propuesta de Planificación de los Usos del Suelo	<b>64</b>
<b>Mapa 11.</b>	Conflicto de Uso Sección Alta de la Subcuenca.	<b>66</b>
<b>Mapa 12.</b>	Zonificación Propuesta Sección Alta y Media de la Subcuenca	<b>68</b>

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Proyecto manejo de desechos sólidos	<b>95</b>
<b>Anexo 2.</b> Proyecto de manejo de aguas residuales (aguas negras domésticas)	<b>96</b>
<b>Anexo 3.</b> Proyecto de manejo forestal	<b>97</b>
<b>Anexo 4.</b> Proyecto mantenimiento de ríos y nacientes	<b>98</b>
<b>Anexo 5.</b> Proyecto Recuperación y Conservación Ambiental y de Biodiversidad	<b>99</b>
<b>Anexo 6.</b> Proyecto Aprovechamiento Manejo y Conservación de Suelos	<b>100</b>

## **CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

Costa Rica es un país que ha basado su economía en la agricultura, aprovechando sus recursos naturales disponibles, como agua, suelo, bosques, entre otros, pero con base en una fuerte colonización de las diferentes zonas con potencial disponible; ese intenso proceso ha llegado a establecer un agotamiento de la frontera agrícola, con serios problemas actuales de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, el deterioro de las cuencas hidrográficas y erosión de los suelos, que permite anticipar una situación difícil de abastecimiento de las necesidades alimenticias de la población que crece a un ritmo bastante importante.

Otro aspecto que ha incidido fuertemente en el deterioro de los recursos naturales ha sido la utilización de una tecnología que busca la producción y productividad, privilegiando un alto uso de agroquímicos, la utilización de maquinaria agrícola y sistemas de labranza que causan una desintegración del suelo y favorecen una erosión acelerada. El resultado es la pérdida de fertilidad del suelo, la disminución de la capacidad de infiltración del agua, altas tasas de sedimentación en las represas hidroeléctricas, que comprometen de cierta forma la seguridad alimentaria de nuestra población. Se puede establecer entonces que el desarrollo económico, social y ambiental en estas unidades territoriales (cuencas hidrográficas) dependerá de cómo se usen y manejen los recursos naturales con los que cuenta.

Se sabe que existen dificultades para el desarrollo, manejo uso y conservación de los recursos naturales bajo el enfoque integrado de cuencas hidrográficas, razón por la cual es imprescindible trabajar en la planificación y ordenamiento de las actividades productivas, bajo un enfoque integral del desarrollo del territorio, contemplando el uso adecuado de los recursos para asegurar su aprovechamiento a largo plazo.

Todo esto es preciso a partir de las propuestas de planificación y manejo del recurso suelo a través de programas y proyectos con sus respectivas estrategias y formas de intervención donde ahora si, la producción y productividad agropecuaria, sean llevadas a cabo con una visión conservacionista, respetando los siguientes principios:

- ✓ Conocer la Capacidad de uso del suelo e implementar actividades de acuerdo a esta capacidad.
- ✓ Potenciar un manejo adecuado de agroquímicos y fertilizantes
- ✓ Evitar y reducir la contaminación ambiental
- ✓ Darle un uso y aprovechamiento a las áreas que están siendo subutilizadas de forma armoniosa con la naturaleza
- ✓ Fomentar prácticas de conservación y manejo del recurso suelo
- ✓ Gestión de procesos a nivel local con las comunidades para estimular prácticas de manejo adecuadas, entre muchas otras que se pueden diseñar, para contrarrestar los efectos negativos del mal uso de este recurso.

De forma oportuna, en el presente estudio se parte del análisis de la capacidad de uso del suelo en la subcuenca del Río Ciruelas en Costa Rica, como base para explicar los procesos de conflicto de uso generados por los actuales usos que presenta. En este sentido es importante señalar que en algunos casos no solo se harán propuestas de manejo en zonas con sobre uso, si no que por el contrario se harán propuestas para utilizar de forma oportuna aquellas áreas con sub uso (que no están siendo aprovechadas al máximo de acuerdo a su capacidad), como una forma de contribuir al desarrollo del territorio bajo un enfoque integral para el desarrollo de la población que se circunscribe en la subcuenca.

### **1.1 EL TEMA Y OBJETO DE ESTUDIO**

En el contexto de una nueva ruralidad los procesos de utilización y aprovechamiento de los recursos territoriales (capital natural, capital social, capital económico, capital físico entre otros) son hoy un reto en los procesos de planificación y ordenamiento territorial, sobre todo cuando encontramos que la planificación tradicional ha trascendido de ser sectorial y en la actualidad el enfoque territorial compromete a los diseñadores y planificadores del territorio, hacia una integración holística de sectores productivos, institucionales, organizacionales y de agentes sociales.

Uno de los problemas que prevalece en la actualidad, es la poca correspondencia entre los usos del suelo y su capacidad real o potencial, lo que ha generado grandes conflictos de uso y por consecuencia los impactos desde el punto de vista ambiental, social, económico y político inclusive se manifiestan de forma permanente en los territorios especialmente vulnerables, como lo son las zonas rurales, que por sus características socio ambientales y económicas son las que mayoritariamente se exponen a este tipo de problemáticas.

De ahí que dentro de los procesos de planificación, se aborda ya desde hace algunos años el manejo integral de cuencas, y a la cuenca como un sistema con características naturales definidas que a lo interno presenta procesos y dinámicas geosociales, y geoeconómicas que debe contemplarse en los procesos de planificación territorial, bajo una visión multisectorial, holística, y de largo plazo.

## **1.2 EL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA**

En Costa Rica, los procesos de urbanización y metropolización han conllevado a un deterioro cada vez mayor de los recursos de la tierra y agua. La expansión urbana de San José, así como de las ciudades de segundo orden: Alajuela, Heredia y Cartago han sobrepasado los límites naturales. Para su crecimiento, ríos como el María Aguilar, Tiribí, y Ciruelas (entre otros afluentes del Virilla), todos componentes de la cuenca superior del Tárcoles, no han sido obstáculo para dicho fenómeno.

La subcuenca del río Ciruelas, es una unidad físico natural, que por su vocación agrícola e hídrica, ha sido fuente principal de abastecimiento de Agua específicamente en las partes altas donde están situadas importantes reservas de agua en el subsuelo, que probablemente van a suplir a una gran cantidad de habitantes dentro del Área Metropolitana en el mediano y largo plazo, para el consumo humano y el aprovechamiento en las diferentes actividades productivas.

Por otra parte para la producción agrícola se consume un promedio del 58% del agua dulce, mientras que la industria utiliza un 23% y los hogares un 8%. El agua residual procedente de los tres principales usos del agua (la agricultura, la industria y el consumo doméstico) contribuye a la contaminación de la misma.

Con frecuencia se descargan en las aguas superficiales fertilizantes y plaguicidas procedentes de la producción agrícola, y también el efluente industrial y las aguas residuales domésticas; dichas descargas a veces se filtran a los acuíferos subterráneos. Dicha contaminación del agua puede causar daños a la salud de las personas y ocasionar enfermedades e incluso la muerte.

Al mismo tiempo al ser una subcuenca con vocación agrícola, ha sido fuertemente impactada por las actividades desarrolladas en este sector productivo y algunas muestras de ello, lo reflejan los estudios realizados por el Instituto Tecnológico<sup>1</sup> de Costa Rica, con zonas donde los procesos de erosión en los suelos van desde severa hasta ligera, coincidiendo precisamente con los espacios de uso del suelo agrícola y urbano.

En los últimos años, con el creciente aumento poblacional, especialmente localizado en las partes media y baja y algunos sectores hacia la sección alta de la misma, se ha visto conflictos de uso del suelo, producto del crecimiento y expansión urbana, así como de las malas prácticas de manejo y conservación de los recursos naturales por las actividades agrícolas, ganaderas, pecuarias, industriales, y el uso urbano.

Muchos de los estudios realizados en esta unidad geográfica, han demostrado los altos niveles de contaminación alcanzados en la calidad del agua, las actividades degeneradoras del medioambiente y en este sentido la posibilidad de reordenar los usos del suelo, establecer parámetros de zonificación, para la preservación de áreas con vocación agrícola, implementando medidas de uso y manejo del suelo, de acuerdo a sus condiciones agroecológicas, a través de la formulación de programas, propuestas y alternativas de uso del suelo en pro de la sostenibilidad ambiental y social, son esenciales

---

<sup>1</sup> ITECR (Atlas digital y estudios de erosión de los suelos en Costa Rica).

para fomentar un desarrollo acorde a las características del medio geosocial y ambiental de la subcuenca.

### **1.2.1. JUSTIFICACIÓN**

No podrá existir el desarrollo sostenible sin un conocimiento profundo de las condiciones bajo las cuales la base de recursos puede sustentar una producción sostenible y más intensiva de bienes y servicios, que haga que las unidades de producción no tengan necesariamente que aumentar los rendimientos de esos bienes y servicios, a costa del incremento en extensión de las áreas de ocupación. Un ejemplo es la ocupación de tierras marginales para la agricultura, que obliga no sólo a ocupar extensiones mayores, sino a desarrollar procesos de agricultura migratoria para apenas lograr rendimientos de subsistencia, acabando con el recurso para el que sí son aptas y generando pérdida de la capacidad productiva de los suelos, muchas veces en forma irreversible. Estas no son situaciones indicadoras de sostenibilidad.

La pérdida de fertilidad de los suelos; la pérdida de suelos por erosión de diferentes tipos; la pérdida de biodiversidad en flora, fauna y microbiología de suelos; la sedimentación; la reducción de hábitats; la migración y abandono de tierras; la especulación y el acaparamiento de tierras también son indicadores importantes a tomar en cuenta dentro del proceso de manejo sostenible de los recursos a nivel de unidades territoriales.

Una propuesta de planificación y manejo integral del Uso del suelo a nivel de subcuenca, sería una estrategia que busca la resolución de conflictos en el uso del suelo de este territorio, e impulsaría así la práctica real del desarrollo sostenible con un manejo integral de las actividades productivas.

Esto deberá partir de una acción que se impulse a través de un programa general, el cual este orientado hacia la participación organizada, de los actores del territorio de la subcuenca y donde la rigidez de la planificación vertical, deberá dar paso a la planificación estratégica, identificando y conociendo las fortalezas y debilidades que con relación al uso del suelo se presentan y convirtiéndolas en proyectos concretos que satisfagan las

necesidades reales y lo hagan más productivo y eficiente en sus diferentes categorías de capacidades o aptitudes, reduciendo las externalidades negativas desde el punto de vista social, económico y ambiental.

### **1.3. EL ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque bajo el cual se aborda el presente estudio es de carácter cuantitativo y cualitativo, razón por la cual los métodos y formas de trabajo consistieron en varias fases que van desde el trabajo de recolección de información de fuentes secundarias, valoración de información en campo, transformación de la información para su procesamiento y resultados.

En detalle se presentan en el capítulo dos las fases, técnicas y métodos de trabajo

### **1.4. EL CONTENIDO DE LA TESIS**

El presente documento consta de 6 capítulos, *el primero* se refiere al tema y objeto de estudio en el caso particular la importancia de la planificación para el uso integral de los recursos en la Subcuenca del Río Ciruelas, Costa Rica.

*Un segundo* apartado hace referencia a los objetivos propios de la investigación sus fuentes, métodos y técnicas empleadas para la búsqueda de resultados.

El *tercer capítulo* incorpora los principales referentes teóricos legales que dan sustento a la investigación, donde se mencionan las principales leyes que se relacionan con el tratamiento del tema, así como la interpretación de los principales conceptos que para el caso particular son elementales para el entendimiento del problema dictaminado.

El *cuarto capítulo* contiene una caracterización tanto geográfica, como socio ambiental de la Subcuenca.

Un *capítulo quinto* presenta de forma general el diagnóstico de la subcuenca, resaltando los principales problemas contenidos a causa del uso inadecuado de los recursos.

Un *sexto capítulo* manifiesta las propuestas de manejo en programas y proyectos para brindar solución al mal uso del suelo, donde se establecen las normas de operar según programas y proyectos de acuerdo a la zonificación propuesta en la subcuenca.

El *capítulo séptimo* manifiesta las reflexiones y recomendaciones formuladas después de la exposición de los resultados.

Un capítulo final de bibliografía consultada con las fuentes citadas y la sección de anexos como capítulo final, mismo que contiene los cuadros de los proyectos a implementar según la zonificación propuesta.

## **CAPITULO II METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

### **2.1 LOS OBJETIVOS**

#### **2.1.1. OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Diseñar una propuesta de planificación para el uso integral de los recursos de la subcuenca del Río Ciruelas bajo un enfoque territorial.

#### **2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Presentar un diagnóstico general de las condiciones físicos- geográficos, ambientales y socioeconómicos actuales de la subcuenca del Río Ciruelas.
- ✓ Determinar cuales son los principales conflictos por el uso del suelo que provocan impacto sobre el desarrollo del territorio de la cuenca, a partir de la capacidad de uso que presenta.
- ✓ Elaborar una zonificación para el establecimiento de proyectos de conservación y manejo de los recursos de la subcuenca.
- ✓ Establecer estrategias y alternativas de solución a través de programas y proyectos coordinados tomando como base la población e instituciones que se circunscriben en la subcuenca.

### **2.2 Fases de la investigación**

- ✓ Diseño y planteamiento del tema.
- ✓ Trabajo de gabinete y visitas a campo.
- ✓ Elaboración de cartografía digital, con los temas de trabajo involucrados en el ordenamiento territorial para el proceso de planificación y manejo integral de la subcuenca.
- ✓ Elaboración de las propuestas y alternativas de ordenamiento para la propuesta integral de manejo y conservación de los recursos de la subcuenca.

### **2.2.1 Instrumentos y técnicas**

Para la propuesta de ordenamiento territorial y sistema de planificación integral de los recursos de la subcuenca del río Ciruelas, se consultaron algunos instrumentos jurídicos como la planificación por cuencas (o subcuencas) la Ley Orgánica del Ambiente, La ley de Tierras y colonización, Ley de Uso Manejo y Conservación de Suelos y la Ley de Planificación urbana señalan.

Otra técnica fundamental para facilitar la toma de decisiones fue el uso de la herramienta tecnológica de los Sistemas de Información Geográfico. Estos permitieron el manejo de grandes volúmenes de información geográfica, temática y descriptiva para realizar interpretaciones espaciales, para así poder bajo un criterio técnico delimitar zonas o áreas de respuesta homogénea, para hacer propuestas de manejo y conservación.

### **2.3. Fuentes de información**

Parte del trabajo se realizó obteniendo como principales fuentes de información secundaria, textos y artículos sobre estudios realizados en la Subcuenca del Río Ciruelas, por parte de los investigadores de la Escuela de Ciencias Geográficas, Ambientales y Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional.

Por lo tanto se consultaron estas fuentes para la elaboración de un diagnóstico integral de la subcuenca del Río Ciruelas.

Con respecto al tratamiento de información digital, para trabajar en los sistemas de información, se obtuvo una amplia gama de coberturas, donde se recopilan coberturas realizadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, para determinar la capacidad de uso de las tierras en Costa Rica, por otra parte, se obtuvieron las coberturas de los sistemas geomorfológicos, climáticos incorporados en la base del Atlas Digital del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Otro de los procesos de recopilación de la información, consistió en la realización de visitas al campo, para corroborar visualmente el estado de algunos de los lugares, donde

evidentemente se daban problemas de contaminación de las aguas de los ríos, zonas de crecimiento urbano entre otros.

También se realizaron visitas a diferentes instituciones, como el INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), ESPH (Empresa de Servicios Públicos de Heredia) para solicitar información sobre los usos del suelo, las coberturas de capacidad de uso, las coberturas sobre geomorfología y otros. Es importante aclarar que casi todas las coberturas a pesar de ser realizadas por diferentes instituciones, estaban contenidas en la fuente del Atlas Digital 2005, que recopila el Instituto Tecnológico de Costa Rica, donde en convenio con las instituciones de formación y aprendizaje, hacen un compilado de las coberturas que se van actualizando.

De ahí que la mayoría de información realizada por las diferentes instancias se contiene en el CD del Atlas digital, que fue la principal fuente de información para este estudio.

Algunas de las coberturas que lleva este estudio son las siguientes con su correspondiente fuente de información.

**CuadroN°1 Fuentes de información digital**

<b>Cobertura</b>	<b>Fuentes</b>
Delimitación Área de estudio	Se emplearon como base las hojas topográficas Abra, Río Grande y Barva escala 1 50 000 del IGN. Contenidas en el Atlas digital 2005
Red Hídrica	Se emplearon como base las hojas topográficas Abra, Río Grande y Barva escala 1 50 000 del IGN. Contenidas en el Atlas digital 2005
Suelos	Cartografía base del Atlas digital 2005 del Instituto Tecnológico de Costa Rica
Pendientes	Cartografía base del Atlas digital 2005 del Instituto Tecnológico de Costa Rica
Zonas de Vida	Cartografía base del Atlas digital 2005 del Instituto Tecnológico de Costa Rica
Temperatura y precipitación	Cartografía base del Atlas digital 2005 del Instituto Tecnológico de Costa Rica
Capacidad de uso de las tierras	Información contenida en las hojas de capacidad de uso de las tierras forestales Río Grande, Barva y Abra escala 1 50 000, elaboradas por la fundación neotrópica en el año 1994, contenidas en el Atlas digital 2005
Uso actual de las tierras	Cobertura de usos de la tierra de Costa Rica, para el año 1996, en el proyecto inventario de gases con efecto invernadero, convenio PNUMA; IMN, MAG, IGN, a escala 1 200000, contenidas en el Atlas digital 2005
Conflictos en el uso de la tierra	Se utilizan la información de capacidad de uso digital y la de uso actual, para efectuar las combinaciones y determinar las zonas de conflicto.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los objetivos específicos planteados se procedió a operacionalizar cada una de las fases de la investigación, para el logro del objetivo general tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2. Operacionalización de los objetivos del proyecto**

OBJETIVO ESPECÍFICO	OBJETIVO OPERACIONAL	INSTRUMENTO	FUENTE
<p>Hacer una descripción y diagnóstico general de las condiciones físicas geográficos, ambientales y socioeconómicos actuales de la subcuenca del Río Ciruelas.</p>	<p>Recopilar toda la información referente a las dimensiones socioeconómica, física y ambiental de la subcuenca del río Ciruelas, para hacer un diagnóstico integral. Determinar el escenario actual del territorio de la subcuenca del río ciruelas a partir de la información recabada, de las diferentes fuentes.</p>	<p>Para el diagnóstico, se toman como base información disponible de diferentes fuentes bibliográficas. Por otra parte se procede a hacer trabajo de campo, para corroborar informaciones referentes a temáticas específicas. Análisis a través de la realización de mapas, gráficas y muestras fotográficas.</p>	<p>Información suministrada por el INEC, MAG, Revista Ambiental de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional.</p>
<p>Determinar cuales son los principales conflictos por el uso del suelo que provocan impacto sobre el desarrollo del territorio de la cuenca, a partir de la capacidad de uso que presenta.</p>	<p>Valorar los principales usos del suelo que presenta la cuenca, y corroborar la capacidad que tienen los suelos, de acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, según las capacidades Determinadas para este lugar en específico. Determinar las principales áreas que están en sobre uso, sub, uso y uso adecuado, para hacer propuestas de manejo de los recursos.</p>	<p>Se utilizaron las coberturas de capacidad de uso de la tierra, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, al mismo tiempo se tomo como base el mapa de Capacidad de Uso de las tierras escala 1 200 000. Con respecto a las coberturas de uso actual de la tierra, se consultaron dos fuentes distintas, por una lado la que realizó el ITEC al año 2005 en su Atlas digital y el mosaico de fotografías aéreas correspondientes al área en estudio. Las fotografías son las del proyecto Encarta y se contrastaron algunas fotografías con las imágenes escaneadas y georreferenciadas correspondientes a las hojas topográficas 1 50 000 Abra, Río Grande y Barva. Se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica para determinar las áreas con conflicto de uso del suelo, y realizar análisis espacial.</p>	<p>Coberturas Digitales del MAG, ITCR, IGN.</p>
<p>Elaborar una zonificación para el establecimiento de proyectos de conservación y manejo de los recursos de la subcuenca.</p>	<p>Establecer las zonas críticas donde se están dando conflictos por el uso del suelo, y delimitar en esas áreas, proyectos para el manejo y conservación de los diferentes recursos naturales afectados.</p>	<p>Utilizando los Sistemas de Información Geográfica, se procesan las diferentes capas temáticas, y se hace intercepción de las coberturas de uso y capacidad de uso de la subcuenca, y posteriormente se procede a realizar la reclasificación de las zonas de conflicto. Después de determinar las zonas de conflicto, se hacen las propuestas de intervención y se delimitan áreas prioritarias o de accionar, para el manejo adecuado de los recursos naturales de la subcuenca.</p>	<p>Sistemas Información Geográfica, coberturas digitales, y trabajo de campo.</p>
<p>Establecer estrategias y alternativas de solución a través de programas y proyectos coordinados tomando como base la población e instituciones que se circunscriben en la subcuenca.</p>	<p>Proponer alternativas de uso adecuado en aquellas áreas críticas por el sobre uso, y subuso del suelo. Establecer programas y proyectos alternativos, para dar solución a las problemáticas presente por el mal uso de los recursos existentes en la subcuenca.</p>	<p>A partir de la zonificación, se realizan las propuestas de intervención, a través de proyectos.</p>	<p>El análisis de la información procesada en el diagnostico, y la zonificación. Trabajo de Gabinete.</p>

## **CAPITULO III MARCO FORMAL Y TEÓRICO**

### **3.1 Aspectos legales y formales**

El ordenamiento territorial es una actividad humana que se origina desde el nacimiento de la sociedad, pero cada vez se amplía más, a medida que los seres humanos se desarrollan en el espacio, con sus técnicas y sistemas productivos.

El aprovechamiento, ocupación y dinámica de los actores en el espacio inciden de manera directa en la organización y conformación del ambiente humano. Ante esto las dimensiones que alcanza el individuo dentro del territorio, obligan a una mayor comprensión del por qué del desarrollo de ciertas actividades, funciones, formas de producción, desarrollo, y de forma general una estructura general y orgánica del espacio físico de cualquier unidad o territorio.

De forma tal que para la ordenación de los territorios, se hace necesario el establecer diferentes unidades de análisis, entre ellas tenemos los enfoques regionales, de cuenca, sectoriales, entre otros.

El presente estudio parte de un enfoque de planificación a nivel de cuenca, delimitando espacialmente una unidad físico geográfica, en la que se circunscribe un importante número de habitantes y por ende una diversa gama de formas de producir y de ocupar el territorio.

Dentro del contexto político y jurídico de la administración de cuencas en Costa Rica, se ha estipulado que la legislación ambiental tiene relación directa con el manejo de cuencas hidrográficas y específicamente con el problema de la contaminación, donde se le ha dado a instituciones gubernamentales, autónomas y semiautónomas (Ministerios, Municipalidades e Institutos) funciones concretas para la protección de las mismas en especial sus aguas.

En este sentido los Ministerios de Planificación, de Salud, de Ambiente y Energía, de Agricultura y las municipalidades, son las instituciones vinculadas al deterioro ambiental que sufre el río Ciruelas.

Sin embargo, no solo es importante destacar la importancia de la participación de las entidades estatales en la planificación y manejo de las cuencas, es importante también rescatar el papel fundamental que ejercen los cohabitantes de la misma, ya que a través de sus prácticas en el uso del suelo y en el tratamiento de los recursos de la propia subcuenca pueden contribuir con la degradación o conservación de los recursos, y potenciar procesos regenerativos o degradativos en términos de la sostenibilidad del sistema.

### **3.1.1 Sobre el Marco Legal**

Éste estipula que a partir del conocimiento de las normas y leyes referentes al ordenamiento territorial y la conservación de recursos naturales, es posible establecer lineamientos coherentes con la materia jurisdiccional, ya que existen especificaciones que regulan el uso de los recursos.

#### **a. Constitución Política de Costa Rica**

Según el artículo 50 de la constitución política de Costa Rica *“el estado procurara el mayor bienestar a todos los habitantes del país” así como también velar por que “toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”*. También será garante y preserva ese derecho; instrumento que brinda un soporte legal que lo faculta a intervenir cuando infrinja con esos derechos.

#### **b. Ley Orgánica del Ambiente**

La ley Orgánica del ambiente N° 7554 del 4 de octubre de 1995, incluye los preceptos necesarios para cumplir con el artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica. Esta ley articula varios criterios *como “el proteger, conservar y recuperar los ecosistemas y elementos que intervienen y regulan el ciclo hidrológico”*.

#### **c. Ley forestal**

En la Ley forestal N°7575 del 13 de febrero de 1996, en su artículo 33, *declara “áreas de protección las áreas que bordean nacientes permanentes, definidas en un radio de 100m medidos de modo horizontal. También se señala una franja de 15m*

*en la zona rural y de 10m en zonas urbanas, medidas de forma horizontal a ambos lados del cauce de los ríos, quebradas o arroyos. Cuando el terreno es de pendiente escarpada se miden 50m de forma horizontal a los dos lados del cauce como franjas de protección y para las áreas de recarga, acuíferos y manantiales los límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley”.*

**d. Ley de Uso Manejo y Conservación de Suelos**

Otra referencia importante jurídica, legal y reglamentaria es la Ley N°7779, de Uso, Manejo y Conservación de Suelos donde se establecen regulaciones al establecimiento de actividades en la tierra, de acuerdo a criterios agroecológicos del suelo.

**e. Ley de Planificación urbana**

En el artículo 62, específicamente señala que *“las municipalidades de territorios contiguos pueden concretar entre si convenios para fundar y mantener servicios conjuntos de planificación, conforme lo dispongan las leyes de organización municipal”* normativa aplicable al intentar presentar una propuesta de ordenamiento territorial en el área en estudio.

Conociendo la existencia de un cuerpo legal, es fundamental para el proyecto vincular los conceptos clave, que desde el punto de vista técnico nos revelan la importancia del trabajo proyectado para el desarrollo del territorio de una unidad físico geográfico, con características sociales y económicas importantes como las presentes en la Subcuenca del río ciruelas.

Ante todo es importante conocer la definición de algunos conceptos eje, se citan a continuación.

### **3.2. Conceptos de Cuenca y su manejo**

Según Ramakrishna (1997), la cuenca hidrográfica es la unidad territorial en la que hay un conjunto de ríos y riachuelos que caen en otro río o cauce principal que desemboca en un mismo ecosistema costero local.

Como tal, es la unidad de área donde los recursos naturales interactúan de manera más clara, sencilla y comprensible, tanto para los técnicos como para los agricultores, usuarios de la tierra. En ella, el suelo, el agua, la vegetación y el aire guardan una relación con el paisaje, definiendo aspectos importantes para el uso y manejo del área.

La cuenca hidrográfica es enfocada actualmente como elemento geosocial, donde existe un componente geográfico-hidrológico importante, pero también un componente socioeconómico, representado por la comunidad que usa o maneja los recursos naturales en ésta área.

Según la red de drenaje, la cuenca puede dividirse en unidades menores:

- Subcuenca: toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca.
- Varias subcuencas pueden formar una Cuenca.
- Micro cuenca: toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca. Varias micro cuencas pueden conformar una subcuenca.

En el caso particular el término que se aplica es el de subcuenca (empleado para la cuenca del río Ciruelas) donde se define un área, que es una sección menor en extensión a una cuenca hidrográfica (como la del río Grande de Tárcoles) con condiciones particulares y que por razones metodológicas se utiliza el término.

Según (Jiménez, F: 2001) se utiliza para definir el concepto de subcuenca el parámetro morfométrico de los números de orden, así una cuenca entre 1 y 3 de número de orden se define como microcuenca, para una que abarque entre 4 y 5 se le denomina

subcuenca y todas aquellas mayores a 6, con número de orden serán clasificadas como cuencas.

### **3.2.1 La cuenca como sistema**

La cuenca es conformada por componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socio-económicos, culturales e institucionales), que están interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos se producen desbalances generales (Ramakrishna, 1997)

El objetivo primordial del manejo de una cuenca es alcanzar un uso racional de los recursos naturales, en especial el agua, el bosque y el suelo, considerando al ser humano – comunidad como agente protector o destructor.

El manejo de cuenca trata de evitar que los recursos naturales se degraden, eliminen o contaminen, considerando, al mismo tiempo, que el ser humano debe obtener su alimentación, agua y otros aspectos básicos para su supervivencia.

### **3.2.2. Manejo de cuencas**

Se debe entender por *manejo de cuencas hidrográficas* aquellas actividades que realiza el ser humano en la búsqueda del desarrollo integral para manejar, aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca, en tanto, ésta se entiende como un sistema de aguas que fluyen a un río, lago o mar, teniendo como fin la conservación y el mejoramiento de la calidad ambiental y los sistemas ecológicos para generar bienes y servicios que mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

### **3.2.3 La cuenca y su gente**

El ser humano realiza labores agrícolas, ganaderas, forestales, industriales en el territorio de la cuenca. La gente vive en la cuenca: ahí desarrolla su infraestructura habitacional y, además de las actividades agropecuarias, en la cuenca se desarrollan numerosas actividades comerciales (restaurantes, negocios, clínicas, etc.) y actividades agroindustriales (porquerizas, granjas, caballerizas etc.).

Hay una estrecha interrelación entre la subcuenca y la naturaleza por ejemplo: la flora tiene que ver con la cantidad y calidad del agua y también con la fauna existente. El manejo del suelo se vincula con la capacidad de infiltración del agua en el área de recarga, con la contaminación del agua, la producción agropecuaria y con la capacidad de generación de energía eléctrica. Agua, flora, fauna, suelo y aire guardan una estrecha relación con el paisaje.

Cuando el suelo en la cuenca se usa y maneja mal, hay grandes problemas por sedimentación en los embalses de las represas hidroeléctricas.

Del buen o mal manejo de los recursos naturales que haga la gente que vive en la subcuenca, dependerá su vida y la de futuras generaciones.

#### **3.2.4 Conflictos o divergencias de uso de la tierra por cuenca hidrográfica**

La mejor práctica de conservación de suelos es el uso de la tierra acorde con su propia capacidad de uso. Si una tierra es utilizada más intensivamente que su propia capacidad, rápidamente aparecen los problemas de erosión de suelos y degradación. Cuando una tierra se utiliza por sobre su capacidad de uso, como puede ser una tierra de aptitud forestal usada para cultivos anuales, se produce un conflicto o divergencia de uso. Sin embargo, estrictamente, no todas las divergencias de uso producen degradación: las tierras que están subutilizadas presentan una divergencia de uso, pero no producen daño al ambiente.

Las divergencias que sí son peligrosas son aquellas causadas por sobreuso de la tierra. Las divergencias de uso de la tierra se pueden determinar comparando el uso actual de la misma (carga actual del sistema) con su capacidad de uso (capacidad de carga). En la actualidad, este ejercicio se realiza a través del uso de sistemas de información geográfica, como Arc View, donde se cruzan las coberturas de capacidad de uso y uso actual, para generar un mapa de usos conflictivos o divergencias de uso de la tierra. Sogreah y otros (1998) proponen las categorías siguientes de tierras: *Bien utilizadas*

**(W)**; utilizadas dentro de su capacidad de uso, pero que requieren tratamientos especiales de conservación **(Wt)**, subutilizadas **(U)**, sobre utilizadas **(O)** y tierras gravemente sobre utilizadas **(Ot)**.

Estos criterios de gravedad de la degradación de la tierra y su entorno, son indispensables para definir las áreas críticas, tal y como lo establece la Ley N° 7779 de Uso, Manejo y Conservación de Suelos para Costa Rica. Así, se podrán determinar cartográficamente todas aquellas áreas que presenten problemas por sobreuso de la tierra, así como las que tienen subuso y uso adecuado, con la finalidad de determinar estrategias de planificación y manejo integral de los recursos para garantizar su permanencia a futuro.

### **3.3. Ordenamiento territorial**

Es la práctica que se ocupa de la distribución, disposición y presencia en el territorio de factores que condicionan su desarrollo. Esta debe estar encaminada y dirigida a la utilización racional del uso de los recursos conociendo la dinámica social, económica y política de un territorio determinado. Consiste en planificar el manejo adecuado, garantizándose así el beneficio de los grupos humanos existentes y el ambiente F, Rodríguez (2002).

Otra de las definiciones que se aplican al caso particular es la dada por (Cortez, H: 2002) que menciona que el Ordenamiento Territorial es un proceso que orienta la transformación, ocupación y utilización adecuada de los espacios geográficos, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos, políticos y culturales de la población, así como las potencialidades naturales con la finalidad de armonizar y optimizar su aprovechamiento.

#### **3.3.1 Zonificación**

Se entiende por zonificación a la división de una cuenca en áreas o espacios físicos que contienen una o más unidades de ordenación y manejo que presentan

características bastante homogéneas, por lo que es posible establecer en cada una de ellas un sistema claro y coherente de recomendaciones para su manejo.

De esta forma el proceso de zonificación es un proceso que trata de resolver los conflictos por el manejo de los recursos, por medio de la división de la subcuenca en zonas y unidades de ordenación y manejo que permitan aprovechar y proteger mejor los recursos contenidos en ella, por lo que se considera como un paso clave en la ordenación y manejo de los recursos de la subcuenca.

Dentro del proceso de zonificación es necesario determinar el uso del suelo, la capacidad de uso y el conflicto de uso presente en la subcuenca, con lo cual se logra determinar las unidades espaciales que necesitan uno o varios tratamientos de manejo, para cambiar de una condición de uso a otra, con el fin de que el uso sea acorde a la capacidad.

### **3.4. Conceptos y niveles jerárquicos de Planificación**

Cuando hablamos de planificación, inmediatamente debemos asociar éste término con la palabra estudio, ya que en conjunto construyen un proceso permanente. La realización de los diferentes estudios tiene como finalidad la planificación. A partir de ellos se construye la base mediante la cual se lleva a cabo todo el proceso, por lo que es fundamental contar con suficientes datos correspondientes a los componentes de la planificación. Esta última consiste en el diseño de métodos detallados para actuar, organizar y realizar algo; dependiendo de los objetivos, las características propias del espacio, los fondos y el tiempo disponible, entre otros, se realiza una planificación propia para cada situación.

Para ilustrar que tan diverso y complejo puede llegar a ser la planificación, basta con observar los diferentes niveles de participación e interacción que se pueden proponer, donde podemos citar algunos como: organizaciones de agricultores, comités locales, grupos de finas o fincas individuales, aldeanos y comunidades. Cualquiera que sea la condición encontrada y la técnica implementada, hay que tener en cuenta que el fin de

la planificación debe considerar la política gubernamental, pero sobre todo las necesidades de la población y la solución de las mismas.

El proceso de planificación debe tener dos cualidades muy importantes; debe ser un procedimiento reiterativo y flexible. Es reiterativa, porque debe haber una retroalimentación muy clara entre los diferentes componentes para que se logre una integración de las mismas. Esto se logra a través de muchos estudios, evoluciones, consideraciones, alternativas y revisiones en conjunto, sobre todo entre los grupos de estudio y durante todo el proceso, no solo al final. La flexibilidad se aplica porque el espacio y sus procesos son dinámicos, por lo que la información considerada para la planificación debe ser actualizada constantemente, así como los procesos de ajuste, modificaciones, revisiones futuras y monitoreo.

Si consideramos la planificación a nivel de cuenca hidrográfica en países en desarrollo, se debe tomar en cuenta el uso apropiado de las tierras y las necesidades de conservación de los suelos. El proceso de planificación incluye la evaluación del uso y los modelos actuales que se desarrollan en la cuenca, así como la elección o recomendación de las mejores alternativas a implementar basados en los datos sobre capacidad y aptitud; poniendo énfasis en los terrenos gravemente explotados y sobre explotados, para continuar con los que se encuentran en estado subutilizado o a capacidad.

A nivel de finca y comunidad, la planificación se enfoca hacia grupos y espacios más pequeños, aunque con mayor grado de interacción con las comunidades y agricultores, lo cuales a final de cuentas son los que toman las decisiones y medidas finales, apoyados por el ente planificador. Estas decisiones y medidas van orientadas a solventar la problemática de acuerdo al interés, los recursos y la capacidad de cada finquero o comunidad. Hay diferentes formas de aproximación y trabajo, donde se trabaja en grupos y se aplican modelos, donde es muy importante la información de cada una de las fincas.

Dentro del proceso de planificación a nivel de subcuenca, suele haber una necesidad de crear planes específicos concernientes a la protección y restauración de los diversos tipos de tierra de la cuenca. Estos dependen de las condiciones propias de cada cuenca, aunque generalmente se necesita tener en cuenta los siguientes aspectos: protección y restauración forestal; mejora y protección de pastos; corrección de cárcavas, protección de cauces y restauración de deslizamientos de tierra; corrección de la erosión de carreteras; y otros trabajos de protección y restauración. La planificación específica también se refiere a los componentes de desarrollo rural, que, al igual que el anterior, depende de la situación y las necesidades reales de la cuenca. Entre ellos se incluyen: riego y recogida de agua, desarrollo y mejora de caminos, construcción de viviendas y edificaciones y la inclusión de otros planes de desarrollo (energía, industria, agroindustria, etc.).

La planificación es un proceso en forma de cascada, que parte del conjunto de acciones tendientes a solventar un problema o problemática determinada, en cualquier unidad espacial, buscando a través del planteamiento de programas, subprogramas, proyectos y subproyectos, establecer de forma clara los procedimientos tanto técnico científicos, así como la concertación en la participación para la toma de decisiones tanto de las instituciones gubernamentales como no gubernamentales, sociedad civil y otros actores, para la resolución de los conflictos generados por el uso y manejo de los recursos presentes en el caso particular de la subcuenca del río ciruelas.

Así tenemos los siguientes niveles jerárquicos para la estructura de planificación de la subcuenca.

### **3.4.1. Jerarquía en el proceso de planificación<sup>2</sup>**

#### **a. Programa:**

Instrumento rector derivado de la planificación institucional, destinado al cumplimiento de las funciones de una organización, por el cual se establece el

---

<sup>2</sup> Definiciones de jerarquía tomadas de la Biblioteca Digital del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/coesme/referencias/defpro.asp?s=est&c=1432>

orden de actuación, así como los objetivos o metas, cuantificables o no (en términos de un resultado final), que se cumplirán a través de la integración de un conjunto de esfuerzos y para lo cual se requiere combinar recursos humanos, tecnológicos, materiales y financieros; especifica tiempos y espacio en los que se va a desarrollar y atribuye responsabilidad a una o varias unidades ejecutoras debidamente coordinadas.

**b. Subprograma:**

Segmentación del programa en donde se establecen objetivos, metas, recursos y responsables para su ejecución en un nivel de mayor especificidad. Tiene como finalidad facilitar la ejecución y el control de acciones homogéneas.

**c. Proyecto:**

Conjunto de obras o acciones específicas necesarias para alcanzar los objetivos y metas definidas por un programa o subprograma, tendientes a la obtención de resultados concretos de acuerdo al ámbito de competencia y responsabilidad de cada unidad, y que pueden planificarse, analizarse y ejecutarse administrativamente, en forma independiente. Un proyecto, por definición, está orientado hacia la acción; un conjunto de proyectos conformará un subprograma o programa.

**d. Subproyectos:**

El Subproyecto es un proyecto insertado en otro proyecto. Los subproyectos se utilizan como un medio de dividir proyectos complejos en partes más fáciles de manejar. Son componentes de un proyecto divididos en secciones más pequeñas que facilitan su manejo individualmente.

## **CAPITULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Caracterización de la Subcuenca**

En esta sección se mencionan las principales características de la subcuenca desde el punto de vista físico geográfico, donde se incluye:

- ✓ Ubicación
- ✓ Hidrología
- ✓ Geología
- ✓ Geomorfología
- ✓ Pendiente
- ✓ Suelos
- ✓ Datos climáticos

Por otra parte se incluye una caracterización económica y social, los aspectos a referir son:

- ✓ Demografía y principales actividades económicas
- ✓ Principales actividades productivas
- ✓ Actores de la subcuenca

#### **4.1.1 Delimitación del Área de Estudio**

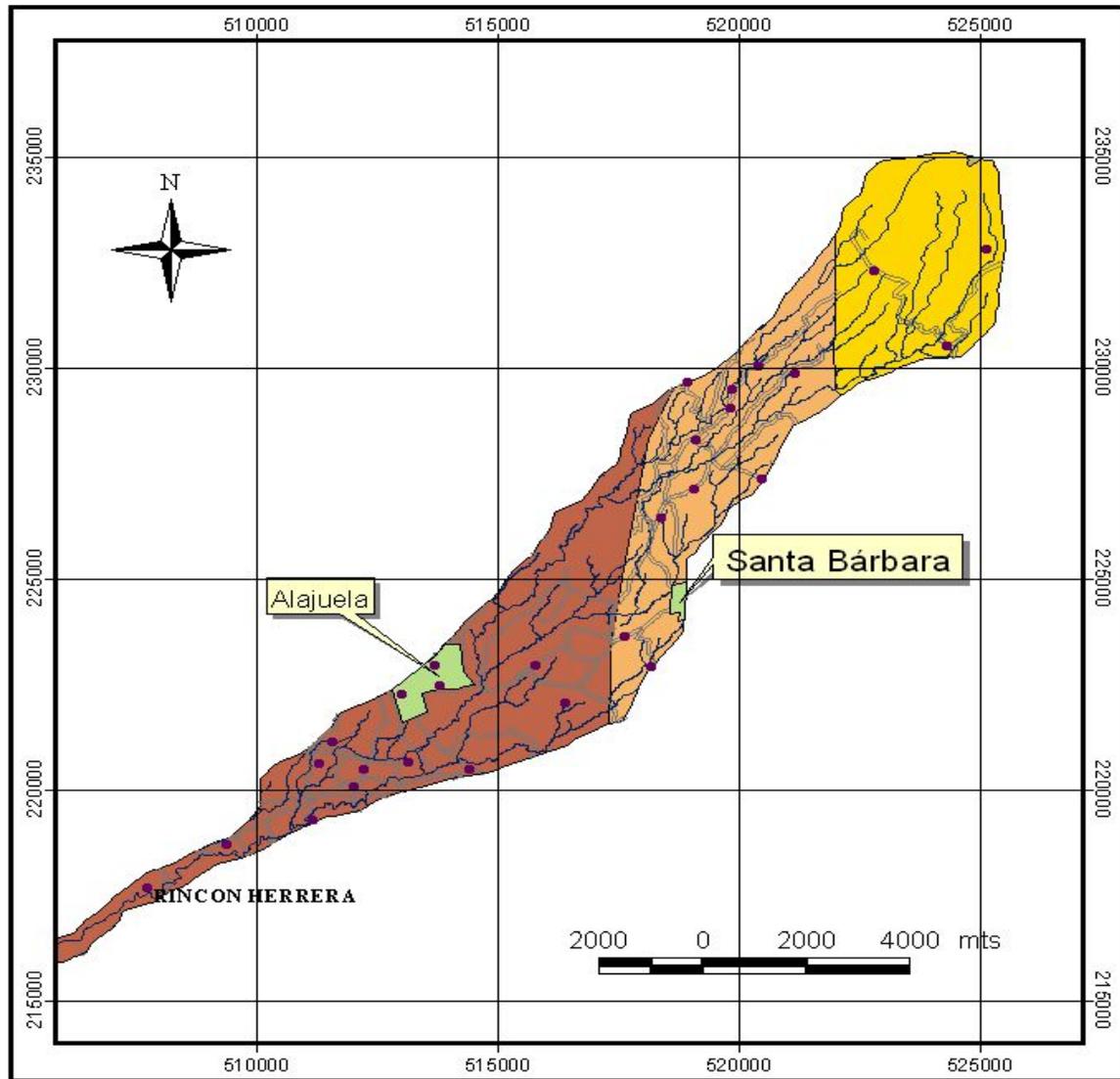
La subcuenca del Río Ciruelas es una porción de las tierras altas de la cuenca del Río grande de Tárcoles perteneciente a la Vertiente del Pacífico de Costa Rica. Presenta una extensión aproximada de 90.46 K.m<sup>2</sup> lo cual representa un 3.78% del área total de la cuenca del Río Grande de Tárcoles.

El área de estudio se localiza entre las coordenadas métricas 500 000-212 000, 500 000-234 000, 528 000-234 000 y 528 000- 212 000 de las hojas topográficas Abra, Barva y Río Grande a escala 1: 50.000, que tiene proyección Lambert Norte, utilizada en Costa Rica por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en su cartografía oficial.

#### **4.1.1.2 Ubicación**

La subcuenca del río Ciruelas se ubica dentro de dos provincias, la parte alta en la provincia de Heredia, y la parte media y baja en la provincia de Alajuela, entre los 9° 57' 37" y 9° 83' 50" latitud Norte y 84° 06' 56" y 84° 16' 51" Longitud Oeste, (hojas topográficas Abra, Barva y Río Grande 1:50.000). (Ver Mapa1 de Ubicación Geográfica de la Subcuenca).

Nace en las cercanías del cono del Volcán Barva al norte de la ciudad de Heredia, siguiendo una orientación noreste suroeste y vierte sus aguas en el cauce del Río Virilla (para efectos de este trabajo, se tomó como salida la intersección con la Quebrada Doña Ana), posee una altitud máxima de 2800 m.s.n.m. y un mínima de 700 m.s.n.m. Limita al norte con la divisoria de aguas de la cuenca alta del río Alajuela y Ahogados, al este con la divisoria de aguas de la cuenca alta del río Porrosatí, Zajón, Segundo y la divisoria continental de aguas, que es la parte más alta del Complejo Volcánico Barva, al oeste con la cuenca baja del río Alajuela y al sur con la divisoria continental de aguas de la cuenca baja y media del río Segundo y cuenca media del río Virilla.



**Mapa 1**  
**Ubicación Geográfica**  
**Subcuenca Río Ciruelas**  
**Alajuela-Heredia**  
**Costa Rica**

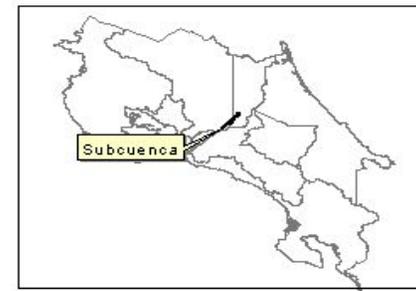
**Simbología**

- Poblados.
- Red hídrica
- == Carreteras

**Cantones**

- ALAJUELA
- BARVA
- HEREDIA
- SANTA BARBARA

**Diagrama de Ubicación**



Elaborado por: Joselyn Zúñiga M  
 Fuente: Atlas Digital del IGN (2005)

### **4.1.1.3 Caracterización Geográfica y Física**

#### **4.1.1.4 Hidrología**

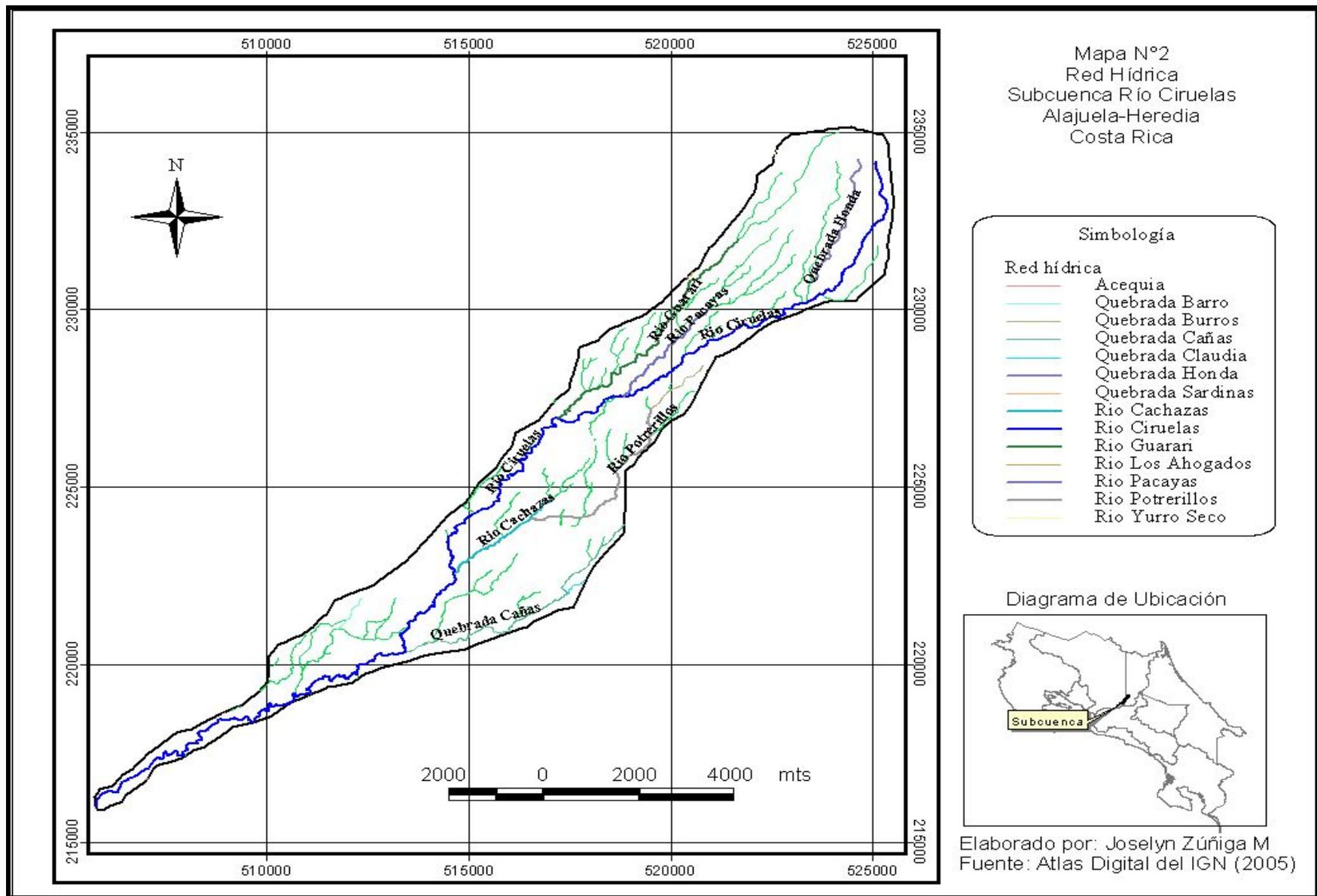
La subcuenca tiene una extensa red de drenaje donde sus afluentes principales por orden son: Quebrada Honda, Río Pacayas, Río Guararí y Río Cachazas, además de estos hay otras acequias y ríos intermitentes que vierten sus aguas al cauce principal, especialmente en el periodo lluvioso.

Su cauce principal tiene una longitud de 40.007 km desde la parte mas baja en la desembocadura hasta la parte alta ubicada en las montañas del parque Nacional Braulio Carrillo.

De acuerdo a la clasificación de Stralher<sup>3</sup>, esta subcuenca es de quinto orden, según datos consultados se encuentra bien drenada; destacando la gran cantidad de cauces de orden uno (252), lo que hace posible un rápido escurrimiento de la precipitación, a su vez presenta un aproximado de 49 cauces de orden 2, 12 cauces de orden 3, 3 cauces de orden 4 y 1 cauce de orden 5 abarcando un área de 64 km<sup>2</sup> y un perímetro de 60,6 km. (Ver Mapa 2 Red Hídrica).

---

<sup>3</sup> STRALHER, A, et al. (1977). *Geografía Física*. Ediciones Omega, S.A. Tercera Edición, Barcelona, España.



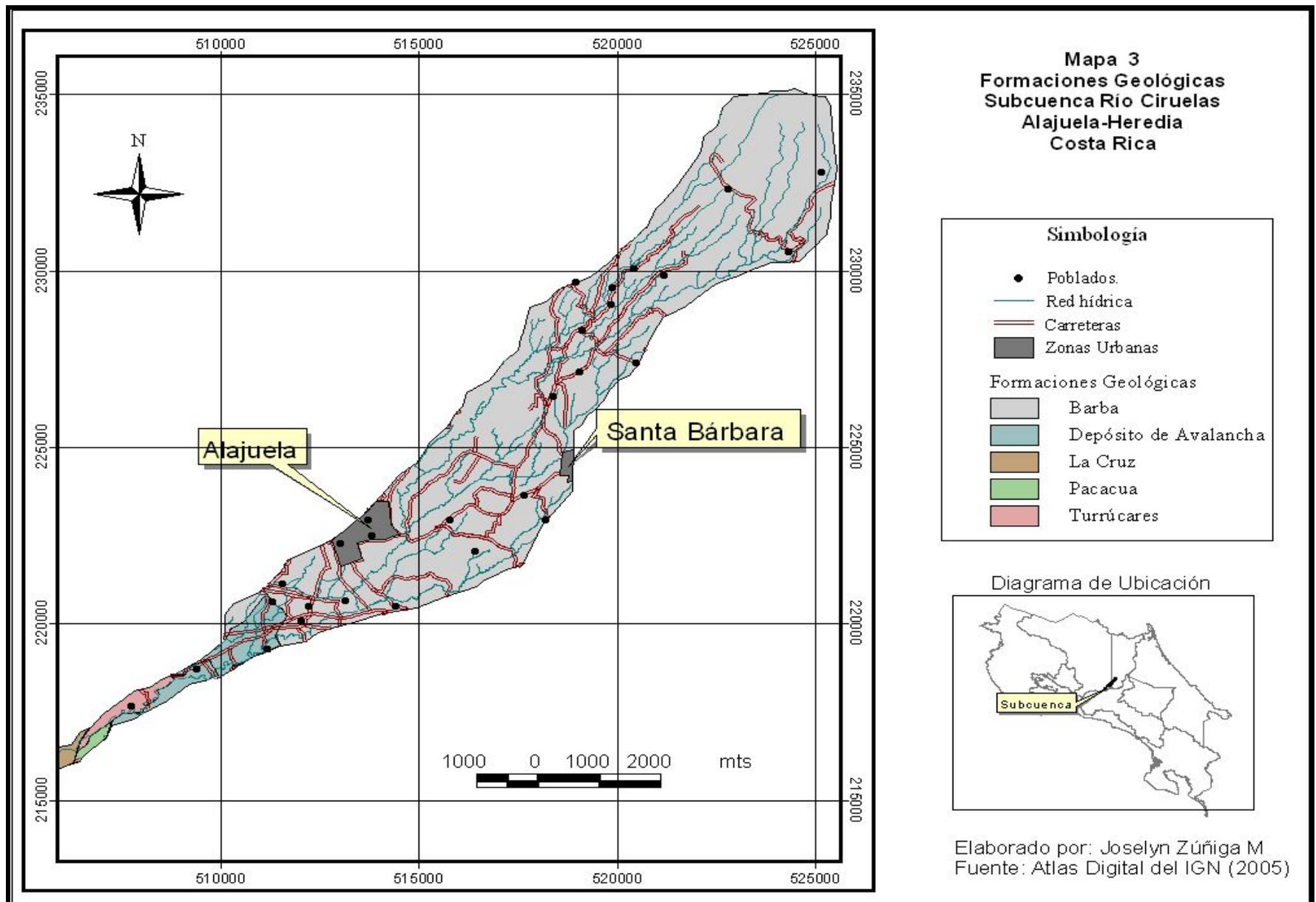
#### **4.1.1.5. Geología**

Los materiales geológicos que constituyen la subcuenca son de origen volcánico (tobas, lavas y piroclastos), el material de basamento de esta área proviene de los períodos eruptivos de los volcanes Poás y Barva, se encuentran edificios volcánicos recientes con piroclastos asociados a materiales volcánicos (Qv2), así mismo lavas, tobas y piroclastos (Qv2(tl)). (Ver Mapa 3 de Formaciones Geológicas)

Las rocas volcánicas presentes en el área se encuentran asociadas a la Cordillera Volcánica Central y depósitos lacustres, esto comprende las rocas de los procesos volcánicos del cuaternario, principalmente del Pleistoceno cuyos focos de emisión están al norte, en la Cordillera Volcánica Central. La mayor parte de esta unidad es bastante permeable y por lo tanto tiene estrecha relación con la presencia de depósitos subterráneos o acuíferos. Muchas de las poblaciones de Alajuela y Heredia suplen la necesidad de agua potable de estas nacientes.

Al noroeste afloran rocas de la Formación Pacacua que está sobreyacida por la Formación Turrúcares, extendiéndose desde el Mioceno Temprano Cuspidal al Mioceno Superior. Dentro de las unidades geológicas comprendidas en la subcuenca, la más antigua es la Formación Turrúcares y las rocas del Grupo Aguacate y entre las más recientes se encuentran las rocas volcánicas asociadas a la Cordillera Volcánica Central.

Como rasgo fundamental que caracterizan al área de estudio, se indica la presencia de la Falla Alajuela, la cual atraviesa transversalmente el Río Ciruelas y su principal afluente el río Chachazas, esta falla se extiende en dirección este-oeste desde San Pedro de Barva hasta Grecia.



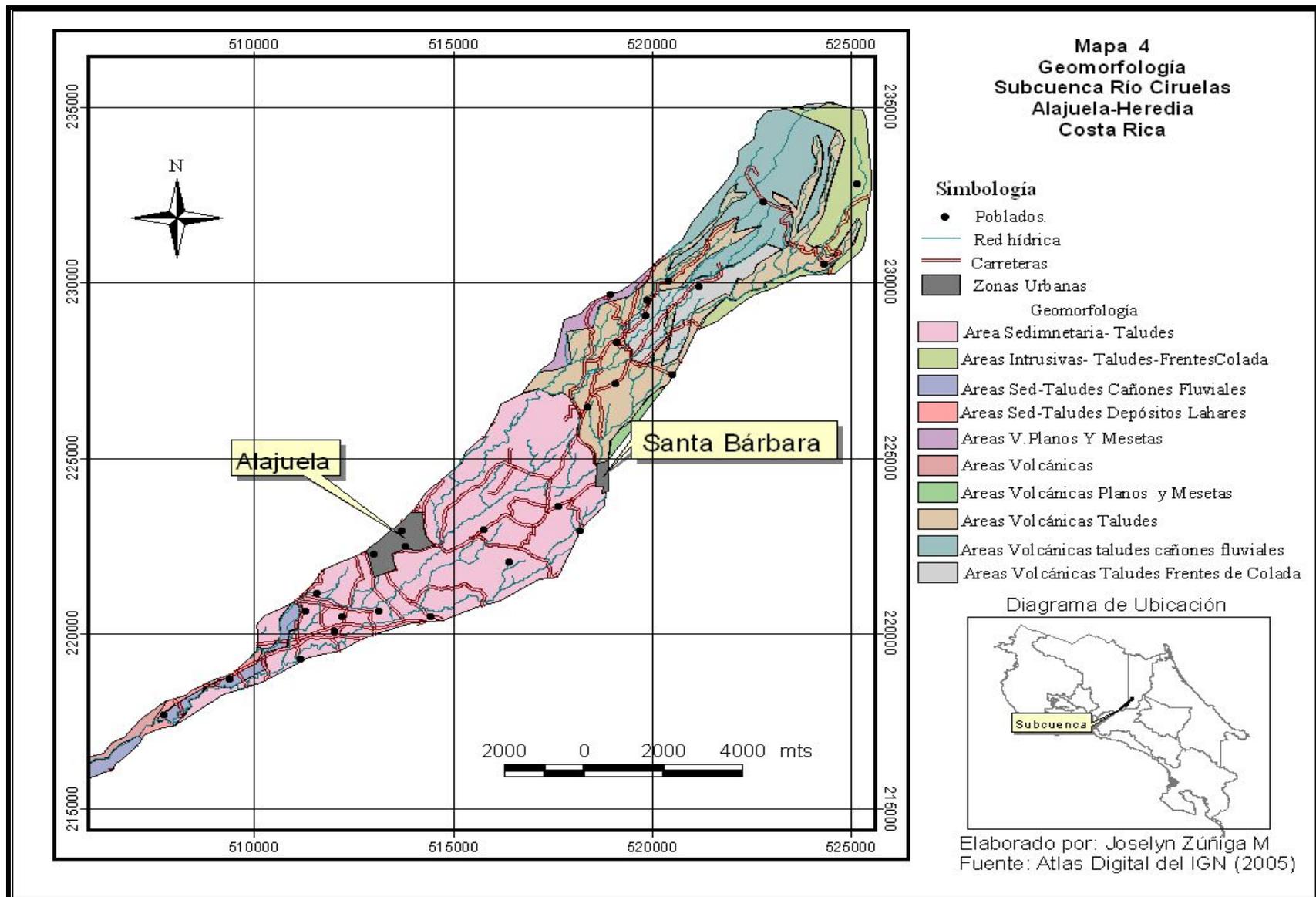
#### **4.1.1.6. Geomorfología**

La subcuenca se ubica entre dos formaciones geomorfológicas: la primera va desde su nacimiento hasta Desamparados de Alajuela, por medio de conos volcánicos del cuaternario, y la segunda desde Desamparados de Alajuela, hasta la desembocadura, atravesadas por mesetas volcánicas. En términos generales todas las estructuras geomorfológicas están vinculadas a la actividad volcánica y a la acción de la red hídrica existente.

Desde su nacimiento, el río principal corre por un cañón fluvial bien diferenciado, mostrando en la mayoría de su recorrido taludes de erosión consolidados. Se encuentran también conos disectados de pie de monte volcánicos, sobre lahares o avenidas torrenciales de origen volcánico. No obstante, sobre la ciudad de Alajuela, existen estructuras originadas por procesos sedimentarios, así como lahares, formándose además planos y mesetas estructurales. Además de las estructuras mencionadas existen cañones fluviales, taludes de erosión y formaciones totalmente sedimentarias. (ver Mapa 4 de Geomorfología)

El río Ciruelas atraviesa por tres áreas claramente diferenciadas:

- ✓ Áreas volcánicas del Holoceno y Pleistoceno.
- ✓ Áreas sedimentarias del Holoceno y Pleistoceno.
- ✓ Áreas sedimentarias del Terciario, con afloraciones sedimentarias del Holoceno y Pleistoceno.



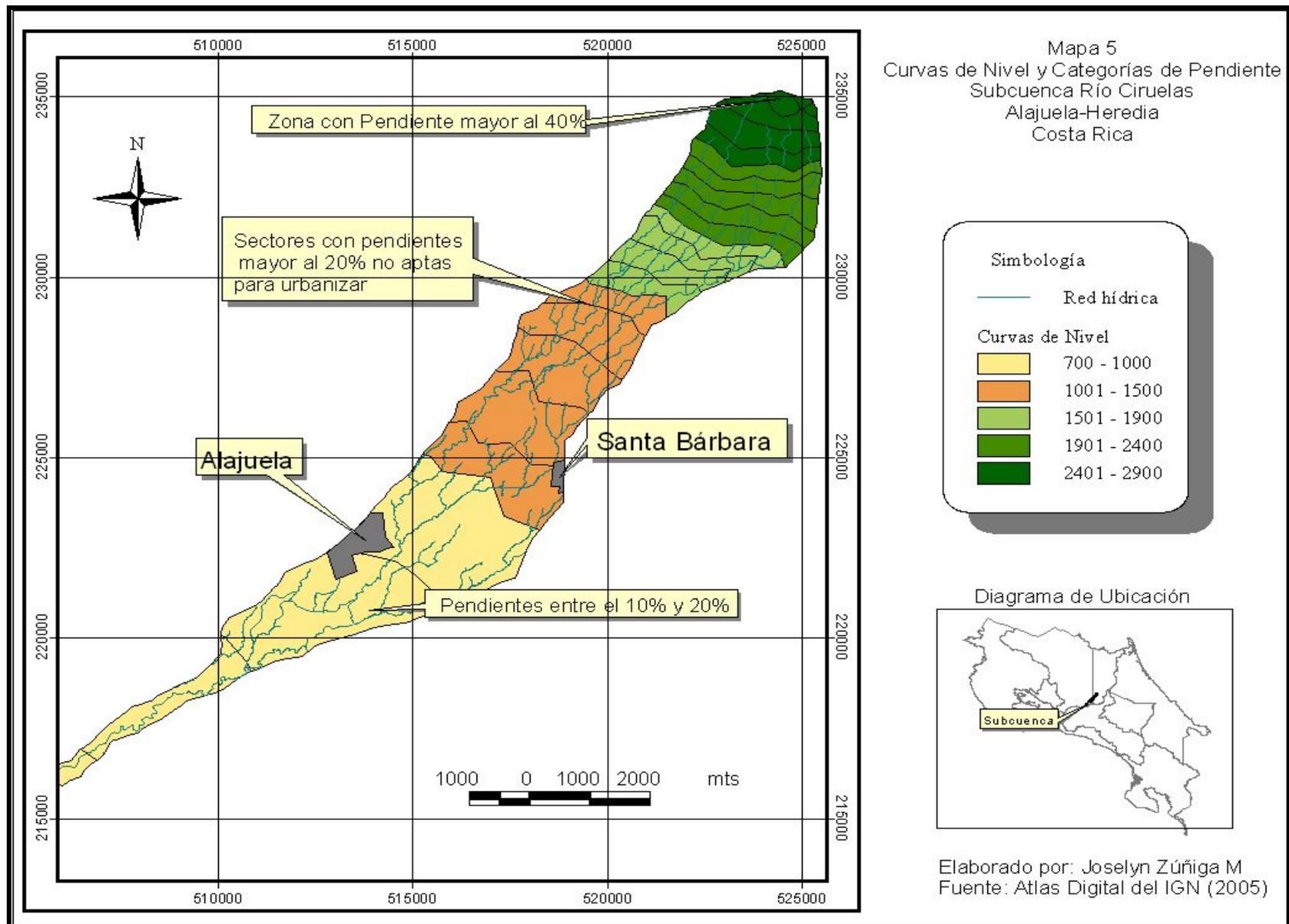
#### **4.1.1.7 Pendiente**

La cuenca se caracteriza por tener pendientes heterogéneas que la define como un área con pendientes pronunciadas. En el sector noreste de la cuenca se da un predominio de pendientes de 30 - 40% y de 15 - 30% (según otras fuentes consultadas) que la catalogan como pendientes pronunciadas a muy pronunciadas; el sector sureste se caracteriza por la existencia de transectos con pendientes más pronunciadas que las anteriores. Aquí se hallan pendientes superiores al 40%, producto de los materiales subyacentes que influyen en esta situación. (ver Mapa 5 de Curvas de Nivel y Pendiente)

El paisaje constituye parte de las faldas de la Cordillera Volcánica Central que ha estado definiendo formas morfológicas con la actividad volcánica, dichas formas son producto de materiales volcánicos, que con el tiempo y por la acción erosiva moldeó un paisaje variado y de pendientes importantes, por ello se localizan cimas pequeñas y redondeadas. Es por esta razón que de ahí surgen una serie de afluentes compuestos por pequeñas quebradas intermitentes que desembocan en el río Ciruelas.

Desde su nacimiento y durante todo su recorrido, el río Ciruelas conforma un perfil relativamente homogéneo donde la pendiente y el tipo de material del lecho, han impedido en su trayecto una profundización del cauce; no obstante, se presenta una especie de cañón conforme se acerca a su desembocadura, debido a que esta sección está compuesta por materiales sedimentarios más blandos y menos consolidados que los de aguas arriba.

Las áreas con pendientes moderadas del terreno varían entre el 10 y 20% se sitúan en dos sectores principalmente entre la altitud de 600 y 800 m.s.n.m. y de los 1000 a los 1700 ms.n.m., donde se ubican principalmente manchas urbanas y donde también posiblemente se den procesos de expansión urbana.



#### 4.1.1.8 Suelos

Los tipos de suelos presentes en el área de estudio son importantes de analizar debido a que dependiendo de sus características físicas podemos determinar el grado de explotación al que pueden ser sometidos, las técnicas necesarias a emplear para la conservación y el aprovechamiento óptimo del recurso; determinando el uso adecuado para promover su sostenibilidad en el tiempo.

En lo referente a la taxonomía de suelos presente en la subcuenca, predominan dos órdenes: (ver Mapa 6 de suelos)

##### ✓ **Inceptisoles**

Este tipo de suelo predomina tanto en la parte alta, media y baja de la subcuenca, *es un suelo que no tiene suficiente desarrollo para pertenecer a otro orden de suelos, lo cual refleja la inmadurez pedológica que lo caracteriza. En él es posible seguir una secuencia de horizontes moderadamente desarrollados, sin embargo, en la mayoría de los casos los procesos de formación se encuentran en una etapa incipiente de desarrollo y por lo tanto, las características que expresa el perfil no es en ningún caso acentuada. Son suelos poco problemáticos que permiten una amplia gama de producción agropecuaria*<sup>4</sup>

##### ✓ **Vertisoles**

Una pequeña parte se ubica en la parte baja de la subcuenca, *son suelos muy fértiles, poseen abundancia de arcillas que en ocasiones dificulta el movimiento vertical de las aguas, en cuanto a la mecanización resulta una práctica dificultosa, demasiado dependiente de los límites de consistencia y de contenido de agua.*<sup>5</sup>

El material parental es de origen volcánico. En la parte alta de la cuenca, el suelo es derivado de cenizas volcánicas; estos son profundos, fértiles, de alta capacidad de

---

<sup>4</sup> Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos*. San José, Costa Rica.

<sup>5</sup> IDEM

retención de humedad, porosos, ricos en materia orgánica y bien drenados. En la parte media de la cuenca los suelos son de texturas moderadamente pesadas y de colores parduscos.

En la parte baja de la cuenca los suelos son originados por el arrastre y depósito de partículas sedimentarias, son de texturas pesadas, de colores oscuros y moderadamente permeables. De todo lo anterior se ha originado un suelo propio de paisaje de montañas volcánicas y que son producto, principalmente de materiales volcánicos (cenizas), además cuenta con un buen drenaje y una estructura franco arenosa de permeabilidad moderada.

La principal limitación que presentan los suelos del área se debe a la pendiente del terreno cerca de los macizos montañosos. La capacidad de uso de los mismos pasa progresivamente de agrícola en las áreas de relieve pronunciado, a bosque en las áreas de relieve más quebrado.

En general, puede indicarse que por el origen de los suelos, estos son fértiles y aptos para la producción agrícola.

Existen por otra parte porciones de otros tipos de suelos en la Sub cuenca como lo son:

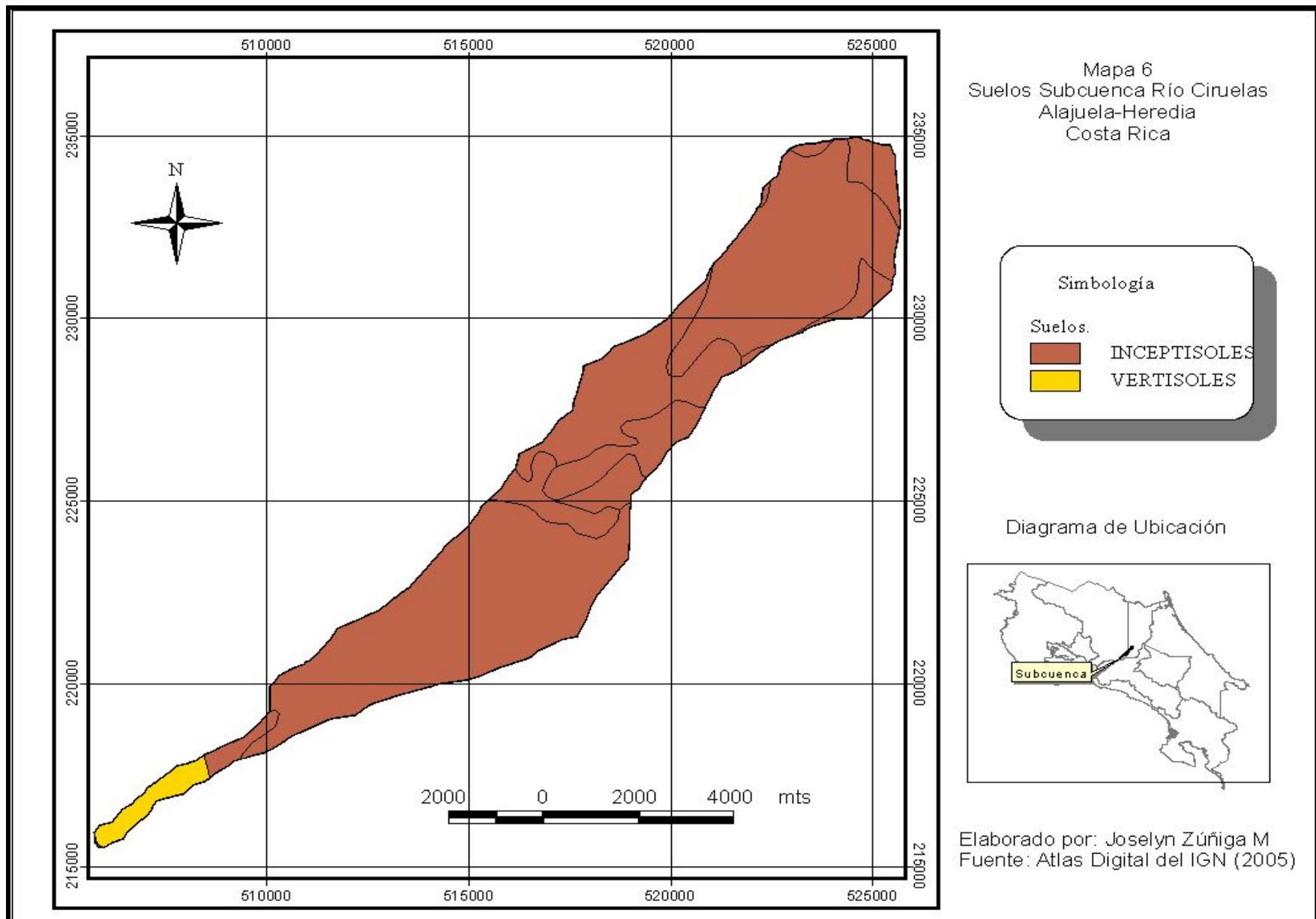
✓ **Andosoles:**

*El suelo andosol se caracteriza por ser de tipo volcánico, muy propenso a erosión, se encuentra aproximadamente en el Distrito de San Antonio y Turrucares.*

✓ **Entisoles:** *El orden entisol se caracteriza por ser suelos jóvenes (recientes), los horizontes no están bien definidos y son fértiles, los podemos encontrar en las orilla de los ríos, se localiza un pequeño sector cerca de la Guacima de Alajuela.<sup>6</sup>*

---

<sup>6</sup> Grupos y Subgrupos de Suelos de Costa Rica de Acon y Asociados (1989) escala 1: 200000



#### **4.1.1.9 Datos Climáticos**

El clima que caracteriza el área presenta diferencias debidas a las variaciones de altitud; clasificándose como tropical húmedo seco. Posee una estación seca que comprende los meses de Diciembre a Abril, y otra lluviosa que va de Mayo a Noviembre con una precipitación promedio anual de 1800 a 2800 mm en la parte alta, entre 1700 a 2100 mm en la parte media, y 2200 a 2400 en la parte baja aproximadamente. Los valores máximos se dan en los meses de junio, julio, agosto, setiembre y octubre, existiendo una brecha o disminución relativa de la precipitación, conocida como “veranillo” en los meses de julio y agosto.

En cuanto a la temperatura promedio anual es de 22° C y la variación promedio anual es inferior a los 5° C durante todo el año, no existe una marcada diferencia entre las temperaturas mínimas y máximas diarias. La humedad relativa promedio anual varía de 70% a 90%, siendo los valores más altos correspondientes a las zonas de mayor precipitación, es decir las áreas montañosas.

Predominan los vientos del este y el noreste, los cuales aumentan su velocidad durante el período seco y muy rara vez su velocidad sobrepasa los 20 km/h; no obstante, los vientos más fuertes se presentan durante los meses de diciembre, enero, febrero y abril, provocando la ausencia de precipitaciones y su consecuente definición de estaciones o periodos.

#### **4.1.2. Caracterización Económica y Social**

##### **4.1.2.1 Demografía y principales actividades económicas**

Desde el punto de vista social y económico la caracterización de la problemática de la cuenca del río tiene por finalidad establecer el grado de sostenibilidad de las actividades humanas dentro de la cuenca.

En la subcuenca del Río Ciruelas la mayor cantidad de la población se localiza en los distritos de Desamparados 21.075 habitantes, Alajuela con 42.889 y el Cantón de Santa Bárbara 29.181 habitantes, pero la cuenca se encuentra poblada desde la parte alta hasta la baja, por otros pueblos como Lagos, Sacramento, Chagüite, San Bosco, El

Roble, Setillal, Guadalupe, San Pedro de Santa Bárbara, Rincón, Brasil de Alajuela, Montecillos, Puente Arena, INVU la Cañas, Tejar, San Antonio, Roble Alajuela, Rincón Heredia y Rincón Chiquito (ver Mapa 6), que es la salida de la subcuenca para efectos de este trabajo, desencadenando una serie de problemas de contaminación en la margen del río.

Hay que tomar en cuenta que la población que se localiza en la parte alta de la cuenca es rural y en la parte baja de la subcuenca la población es urbana, lo que existen en la zona de grandes obras de infraestructura como el aeropuerto Juan Santamaría, las carreteras, acceso a todos los servicios básicos (salud, educación, agua potable y electricidad). Lo anterior genera una combinación entre lo urbano y lo rural, donde se están desarrollando proyectos urbanísticos de lujo (Santa Bárbara), pero sin dejar de lado los precarios que también tienen presencia. Los asentamientos humanos que se desarrollan a lo largo de la cuenca generan una serie de problemas de contaminación por los vertidos de las aguas negras y los desechos sólidos entre otros, así como de la contaminación que generan los cultivos de subsistencia (granos básicos, crías de cerdos y ganado de leche), agroindustria e industrias provocando más contaminación.

Características relacionadas con viviendas se presentan en el cuadro N°3; donde los indicadores de calidad socioeconómicos en los poblados que se encuentran dentro de la subcuenca, reflejan que un 69% del promedio de los poblados cuentan con viviendas propias, el 70.8% están en buen estado, ya que más del 50% están en esta condición, el 91.3% de promedio cuentan con acueducto y un 96.8% poseen un servicio sanitario (alcantarillado o tanque). El cuadro siguiente hace referencia a títulos de propiedad de la población.

### Cuadro N° 3

#### Viviendas propias, servicios y población, de la Subcuenca del Río Ciruelas, según censo del 2000

Provincia, Cantón, Distrito	Porcentaje de viviendas propias	Porcentaje de viviendas en buen estado	Porcentajes de viviendas con acueducto	Porcentajes de viviendas con sanitario (alcantarillado y tanque)	Población Habitantes
Alajuela	65.2	72.2	98.2	98.6	42889
Río Segundo	66.9	67.6	86.7	96.1	1027.60
Desamparados	70.2	71.2	85.3	96.2	21075
Santa Bárbara	73.7	72.3	95.1	96.3	29181
Promedios	69	70.8	91.3	96.8	94172.6

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo 2000, INEC.

Estas condiciones que se muestran en la tabla son bastante buenas, pero también hay que tomar en cuenta que hay viviendas (según datos del Censo 2000, un 31% del total que abarca la subcuenca) no son propias, esto puede deberse a que se encuentran en la categoría de alquileres o bien en otras no identificadas.

También se presentan condiciones de crecimiento acelerado de la población, ya que se crean grandes focos de asentamientos precarios, no muy alejados de las residencias con mayores recursos lo que crea un ambiente de desigualdad social. Como es de suponer, la mayor concentración de la población de la cuenca se dedica principalmente, al desarrollo de las actividades productivas relacionadas con la industria, servicios comunales, sociales, personales, el comercio, la construcción y las finanzas las cuales inciden a mejores oportunidades de empleo y condiciones de vida.

Sin embargo, el proceso de aglomeración de la población ha originado problemas de desarrollo urbano, como son el aumento en los costos de los servicios básicos, la movilidad de bienes y personas, entre otros. De aquí que todo este desarrollo, distribución y organización de las actividades económicas y sociales, han llegado a conformar un área en la que el proceso de urbanización se ha expandido hasta alcanzar dimensiones críticas.

#### **4.1.2.2 Actividades económicas**

La producción comercial que llevan a cabo la mayoría de los agricultores de la subcuenca, excede al cultivo de subsistencia de la finca; los productores disponen de propiedades que oscilan entre 4 a 35 hectáreas, pero la mayoría se ubica entre 4 y 10 hectáreas<sup>7</sup>, permitiéndoles combinar la agricultura y la ganadería.

Gran parte de ellos son productores domésticos de subsistencia, que se dedican a la avicultura, porcicultura, ganado vacuno, etc, según la situación económica a la que se enfrenten; en su mayoría no cuentan con la tecnología necesaria para el manejo de los desechos producto de esas, por lo cual estos desechos son depositados en el cauce del río Ciruelas y sus quebradas, produciéndose la contaminación de las aguas que anteriormente se mencionó, estas prácticas se dan en la parte alta de la subcuenca, contribuyen a la contaminación que abarca casi la totalidad del río principal.

Otra actividad productiva presente en la subcuenca y que a su vez ocasiona problemas es el ganado de leche, debido a que en los altos niveles de laderas se da la erosión de suelo por el pisoteo del ganado, estimulando la presencia ganadera en la zona; no obstante se ha reducido el número de fincas, las pequeñas lecherías han sido absorbidas por las grandes, las cuales utilizan otras técnicas de manejo, como pastos mejorados, abasteciendo mayor cantidad de ganado en un área menor, utilizando las áreas ahorradas para la construcción de urbanizaciones.

Los obstáculos más notables enfrentados por los productores en la zona, para mejorar sus condiciones productivas, son la falta de asistencia técnica y particularmente financiamiento. La mayoría de los productores no disponen de títulos que los hagan sujetos de préstamos y en la actualidad no existen créditos para los pequeños productores, lo que les dificulta el acceder a este tipo de financiamiento.

En relación al sector servicios e industria, la subcuenca ha experimentado un acelerado crecimiento de los mismos, grandes industrias que antes se ubicaban en San José, La

---

<sup>7</sup> Según datos del MAG.

Uruca, ahora se localizan en Alajuela y otras zonas francas. Esta actividad en los últimos años ha ido desplazando, la agricultura, ganándole terrenos por los servicios que brindan a la población, y uniéndoseles también la creación de nuevos proyectos urbanísticos.

En cuanto a los problemas sociales y de infraestructura, estos generan presión sobre los recursos de la sub cuenca, como resultado del crecimiento en la economía y la población. Entre los que se destacan:

- ✓ Disminución del recurso hídrico, pérdida de recreación y pesca, disminución del paisaje, pérdida del uso del agua como insumo para comercio e industria y el hogar.
- ✓ Daños a la propiedad e infraestructura, debido a que cuando el río aumenta su caudal, todas las infraestructuras construidas cerca de las márgenes del río se ven afectadas, provocando problemas sociales en ciertas partes, principalmente las áreas de precarios debido a que son infraestructuras que se encuentran en mal estado por el tipo de materiales con que son construidas.

Estos problemas disminuyen la calidad de vida y aumentan los costos sobre los residentes de la subcuenca.

#### **4.1.2.3 Principales actividades productivas en la Subcuenca**

El medio rural desempeña un papel relevante en todo territorio, en este sentido las actividades provenientes del sector primario son destacadas en la base económica.

Es así, como la parte alta de la subcuenca, por encima de los 1500 metros sobre el nivel del mar, dominan la ganadería de tipo lechero, ya que por las condiciones agro climáticas; este tipo de producción es viable, lo que a su vez esta generando deforestación en zonas cercanas a los márgenes del río Ciruelas.

Por otra parte se dan sistemas de producción de flores, con especies como calas, pomas, lirios, y claveles, que requieren para su desarrollo agroquímicos y son empleados intensamente para esta actividad, lo que ha generado un problema de la contaminación de los mantos acuíferos presentes en esta zona.

Otra de las actividades que se desarrollan es la producción de café, el cual es la principal actividad económica de la zona.

Entre los 900 y 1100 m.s.n.m, el territorio es rural y dentro de las actividades predominantes destacan las cafetaleras combinadas con caña de azúcar y plantas ornamentales.

Cerca de los 840 metros de altitud se localizan cultivos perecederos como la cebolla, tomate y millo; destacan del mismo modo árboles frutales, pastos, charrales, dentro de los 400 a 500 m.s.n.m.

Producto de las actividades agrícolas desarrolladas en la subcuenca, se esta dando problemas de contaminación de las aguas superficiales del río Ciruelas y sobre el suelo mismo, ya que las partículas y líquidos provenientes de abonos y plaguicidas en sembradíos como el café, árboles frutales, floricultura, llegan al cauce principal por escorrentía natural y por infiltración, de ahí que la parte alta es de especial interés por que se localiza una zona de alto potencial acuífero.

Otro de los agentes contaminantes sobre las aguas del río son los producidos por las fábricas e industrias como las chancheras, embutidos y granjas avícolas, que descargan materiales y líquidos que deterioran la calidad física, química y bacteriológica del agua.

#### **4.1.2.4 Principales actores de la subcuenca**

Para elaborar un diagnóstico de la subcuenca, hay que tomar en cuenta no solo las variables socioeconómicas sino también la parte organizativa, o sea la coordinación entre las municipalidades y los distintos grupos organizados.

En la subcuenca se trabaja con grupos u asociaciones ambientalistas, productores y asociaciones de desarrollo de la sociedad civil, por ser los grupos más consolidados y organizados en forma activa.

Se localizan aproximadamente 12 grupos civiles que no están formalmente constituidos (que no cuentan con personalidad jurídica) y que trabajan en diferentes localidades de la subcuenca, de éstas más del 48% son comités de vigilancia de los recursos, el total de asociados bajo este mecanismo ascienden aproximadamente a 120 personas en toda la subcuenca. También existen 13 grupos "scout" dedicados a la recolección de basura para reciclaje, éstos junto con los centros educativos constituyen una iniciativa de la sociedad civil; y en la provincia de Alajuela se han identificado 8 cooperativas de producción.

Por tratarse de organizaciones que involucran a niños y adolescentes, constituyen un buen medio para la diseminación de información ambiental. Por otra parte, la zona de influencia de la subcuenca reúne un gran número de cooperativas de producción, cubriendo todas las actividades que generan mayor contaminación.

En cuanto a su ubicación, la subcuenca se encuentra comprendida entre cuatro cantones distintos, en su parte alta se encuentran los cantones de Heredia y Barva, en la parte media Santa Bárbara y Alajuela, y la parte baja Alajuela.

No obstante, en cuanto al nivel de organización de los gobiernos locales (municipalidades) para crear acciones de gestión ambiental a nivel de subcuenca, ellos han implementado las siguientes estrategias: se han creado y se encuentran en funcionamiento comisiones ambientalistas, cuentan con planes reguladores, destinan recursos del presupuesto municipal a la realización de proyectos o actividades

ambientales o de manejo cuencas. Sin embargo, se indagó las cuatro municipalidades para reconocer la existencia de comisiones ambientales, y todas cuentan con una comisión ambiental, con un nivel de funcionamiento y efectividad cuestionable. Las comisiones están conformadas por grupos de vecinos voluntarios de los municipios, en varios cantones las comisiones fueron creadas, pero no se les dio presupuesto para que operaran y gestionaran proyectos por lo que nunca funcionaron.

Con respecto a los planes reguladores, constituyen un instrumento útil para el ordenamiento territorial del municipio. No obstante, en los planes no se hace un manejo integrado de las cuencas por municipio, por lo que dejan un gran vacío ya que han sido elaborados sin que medie coordinación con otros municipios vecinos, que comparten la misma problemática. Dentro de estos municipios todos cuentan con un plan regulador ya terminado pero no implementado.

Por otra parte algunas municipalidades no asignan recursos del presupuesto para proyectos ambientales a pesar de poseer una oficina ambiental, donde lo más cercano al tema ambiental son los rubros para gastos relacionados con la recolección de basura, aseo de vías y mantenimiento de calles. La falta de asignación de recursos financieros del presupuesto municipal para actividades propiamente ambientales es indicativo de que todavía no han integrado el componente ambiental en su debida dimensión.

En la mayoría de los casos, la cooperación entre municipalidades y la sociedad civil es muy difícil de organizar; así lo demuestran proyectos como el de rehabilitación del Río Ciruelas, donde una comisión interinstitucional creada sin participación del gobierno local, ha realizado varios intentos de acercamiento a las autoridades sin mucho éxito.

El análisis anterior demuestra los intereses y conflictos que se generan alrededor de la subcuenca, y como muchos de estos se dan a nivel de gobiernos locales, donde no existe la suficiente coordinación para llegar a las comunidades activas en materia ambiental y donde la planificación de los recursos se torna cada vez más incierta.

## **CAPITULO V DIAGNÓSTICO DE LA SUBCUENCA**

Para la realización del diagnóstico integral, partimos de la descripción actual del territorio, valorando algunas de las características físicas, sociales y productivas de la población de la subcuenca del río Ciruelas.

Básicamente en esta sección, se relacionan específicamente los niveles de capacidad de uso de las tierras, con respecto al uso actual que se da en la misma, para determinar aquellas áreas de especial interés por el conflicto de uso.

Sin embargo, es evidente que al puntualizar las principales actividades productivas de la zona, y valorar los impactos desde el punto de vista ambiental, social, y económico, es un análisis que desde la contrastación de usos del suelo y capacidad de usos es limitado, conociendo que la intercepción de estas dos coberturas, se realiza basada en las condiciones agroecológicas de las tierras para determinar la capacidad de soporte para ciertos tipos de uso. No mide los impactos sociales, ambientales ni económicos, solamente arroja resultados en función de las áreas con problemas de uso.

Por lo tanto en esta sección, se determinan las áreas con conflicto de uso desde el punto de vista de la determinación de la capacidad de las tierras.

Para complementar el análisis se determinan aquellos problemas derivados por los tipos de usos en las tierras, que no se contemplan en el mapa final, con el objetivo de enriquecer el análisis para la integración de las propuestas de manejo y conservación de los recursos y el establecimiento de la zonificación.

### **5.1 Capacidad de uso de la tierra**

La capacidad de uso de las tierras en Costa Rica se refiere a la forma de aprovechar adecuadamente un recurso (suelo), en términos de sostenibilidad en armonía con la naturaleza y de acuerdo con sus capacidades agro ecológicas.

Consiste en la descripción de las clases y codificación de los diferentes usos de la tierra con sus respectivas limitaciones que dan los lineamientos para el uso óptimo del recurso.

De acuerdo a las clasificaciones estimadas en el manual de capacidad de Usos de la Tierra para Costa Rica del MAG-MIRENEM<sup>8</sup>, el sistema de clasificación consta de 8 clases en números romanos, en el cual se presenta un aumento progresivo de limitaciones para el desarrollo de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, no así las actividades urbanas, razón por la cual no se contempla en este estudio las limitaciones en esta categoría de uso, que aparece en la subcuenca.

Una breve descripción de las clases de capacidad de uso permite ubicar clases o capacidades presentes en la Subcuenca del Río Ciruelas, las mismas se contrastan con los usos actuales presentes, lo que por diferencia nos da aquellas áreas que presentan conflictos de uso, por sobre uso, y sub uso.

**Cuadro N° 4 Categorías de uso de la tierra para Costa Rica**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>I, II, III</b>	Permiten el desarrollo de cualquier actividad, incluyendo a la producción de cultivos anuales.
<b>IV,V,VI</b>	Su uso se restringe al desarrollo de cultivos semipermanentes y permanentes. En la clase IV los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional
<b>VII</b>	Tienen limitaciones tan severas que solo se permiten el manejo del bosque natural primario o secundario. En las tierras denudadas debe procurarse el restablecimiento de vegetación natural.
<b>VIII</b>	Esta compuesta de terrenos que no permiten ninguna actividad productiva agrícola, pecuaria o forestal, siendo por tanto, adecuada únicamente para la protección de los recursos.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Manual MAG-MIRENEM 1995

<sup>8</sup>MAG-MIRENEM (Ministerio de Agricultura y Ganadería-Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas).

Según las categorías del cuadro N°5 existen limitaciones importantes para el desarrollo de ciertas actividades agrícolas, pecuarias o forestales, las cuales corresponden a variables de tipo agroecológico, en las que se detalla a continuación las pertinentes para cada clase o tipo de capacidad de uso.

**Cuadro N° 5 Factores limitantes para el uso de las tierras, según categoría**

<b>Clase</b>	<b>Limitaciones</b>
<b>I</b>	Tierras con poca o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales.
<b>II</b>	Leves limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de actividades o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de suelos.
<b>III</b>	Limitaciones moderadas, para desarrollar cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.
<b>IV</b>	Fuertes limitaciones que restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de conservación de suelos y agua, excepto de climas pluviales, donde este tipo de cultivos no son recomendables.
<b>V</b>	Severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosques, por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural.
<b>VI</b>	Son tierras utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque el café requiere de prácticas de conservación de suelos y aguas.
<b>VII</b>	Estas tierras tienen severas limitaciones por lo que solo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa, y en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurara la restauración forestal por medio de la regeneración natural.
<b>VIII</b>	Estas tierras no reúnen condiciones mínimas para actividades agrícolas, pecuarias o forestales, solo son zonas para la preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Manual MAG-MIRENEM 1995

Una vez que se tiene claro cuales son los parámetros de clasificación para el uso de las tierras y su capacidad, así como sus limitantes, se presenta a continuación los tipos de capacidades de uso presentes en la subcuenca del río Ciruelas.

### 5.1.1 Capacidades de uso de las tierras presentes en la subcuenca del Río Ciruelas.

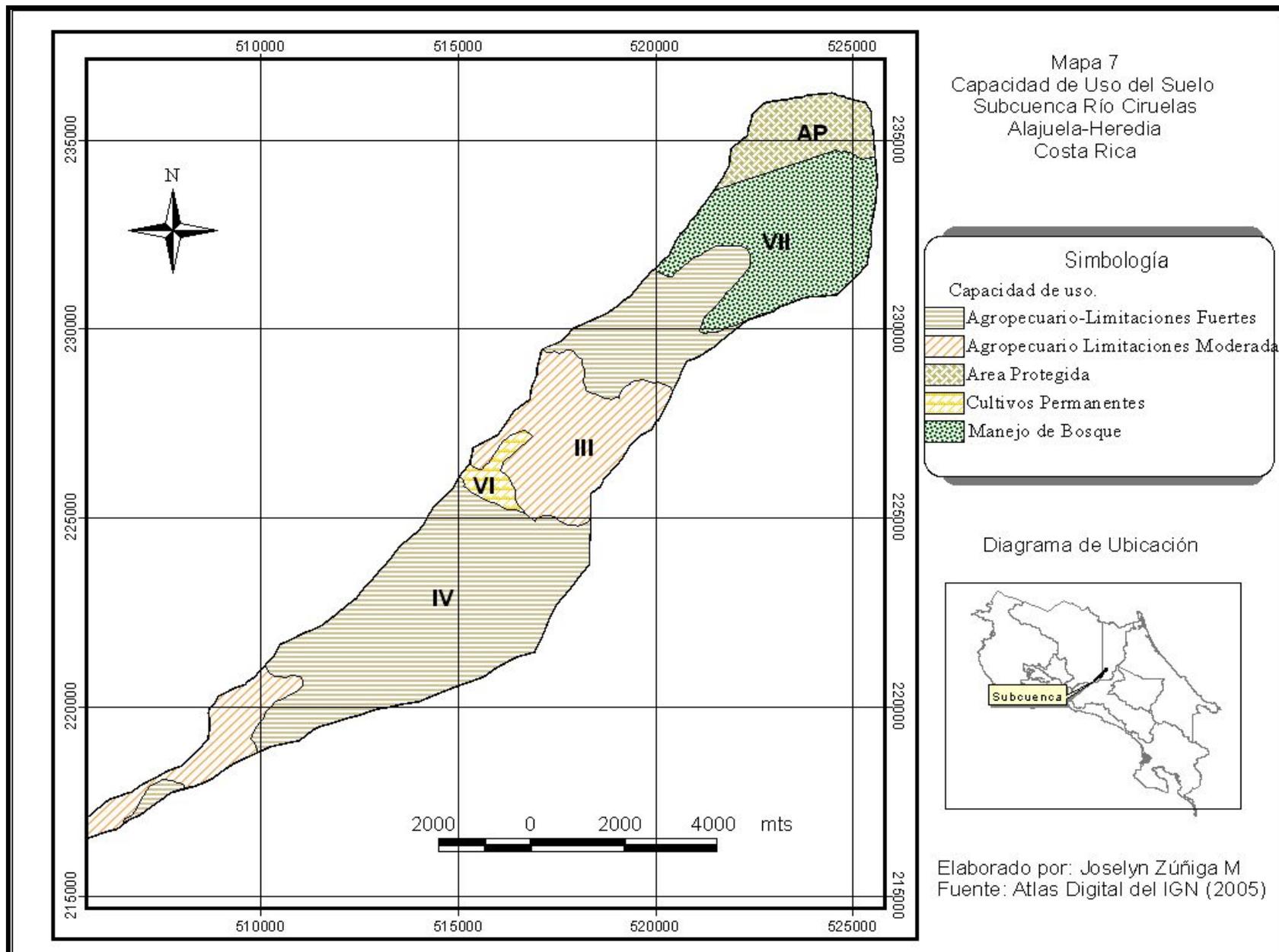
Según los datos recopilados del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en la versión del Atlas digital al año 2005, se tiene que el área de la subcuenca presenta las siguientes capacidades de uso del suelo, con las correspondientes clases y porcentaje de área según categoría.

**Cuadro N°6 Capacidad de uso de la tierra por porcentaje de área (1994)**

CAPACIDAD	AREA %	CAPACIDAD DE USO
AP	8.23	Área Protegida
IV	60.5	Agropecuaria-Limitaciones-Fuertes
III	18.42	Agropecuaria-Limitaciones-Moderadas
VII	12.40	Manejo de Bosque
VI	0.45	Cultivos Permanentes

Fuente: Atlas del ITEC 2005

Tal y como se refleja en el cuadro anterior, las clases predominantes son la IV, la cual presenta limitaciones fuertes para el desarrollo de cierto tipo de actividades agropecuarias, representa un 60.5% del área total de la subcuenca, las categorías III presentan homogéneamente limitaciones moderadas sumando un 18.42% del área total seguido del área para manejo de bosque con un 12.40% ,el área protegida con un 8.23 %y con un porcentaje muy bajo para la clase VI con un 0.45% para el desarrollo de cultivos permanentes. (ver Mapa 7 de Capacidad de Uso del Suelo)



### 5.1.2 Uso actual del suelo en la subcuenca del Río Ciruelas.

En la subcuenca del río, se presentan diversos usos de la tierra como lo son: bosques, pastos, cultivos y los usos urbanos.

Tomando como referencia el mapa de cobertura de la tierra de Costa Rica escala 1: 200 000, elaborado por el Ministerio de Agricultura, y otras fuentes se resume en el cuadro siguiente las categorías de uso presentes en el área de estudio.

**Cuadro N° 7 Uso de la tierra por extensión en has (1996)**

Cobertura de la tierra	Hectáreas	%
Bosque natural	659,46	7,29
Bosque Natural intervenido	341,96	3,78
Bosque Secundario	1885,24	20,84
Charral y tacotal	28,99	0,32
Cultivos estacionales	421,60	4,66
Cultivos permanentes	3241,29	35,83
Pasto con agricultura	1438,55	15,90
Pasto	249,44	2,76
Uso urbano	780,30	8,63
Total	9046,83	100

Fuente: Mapa de Cobertura de Uso de la Tierra escala 1: 200 000, año 1996.

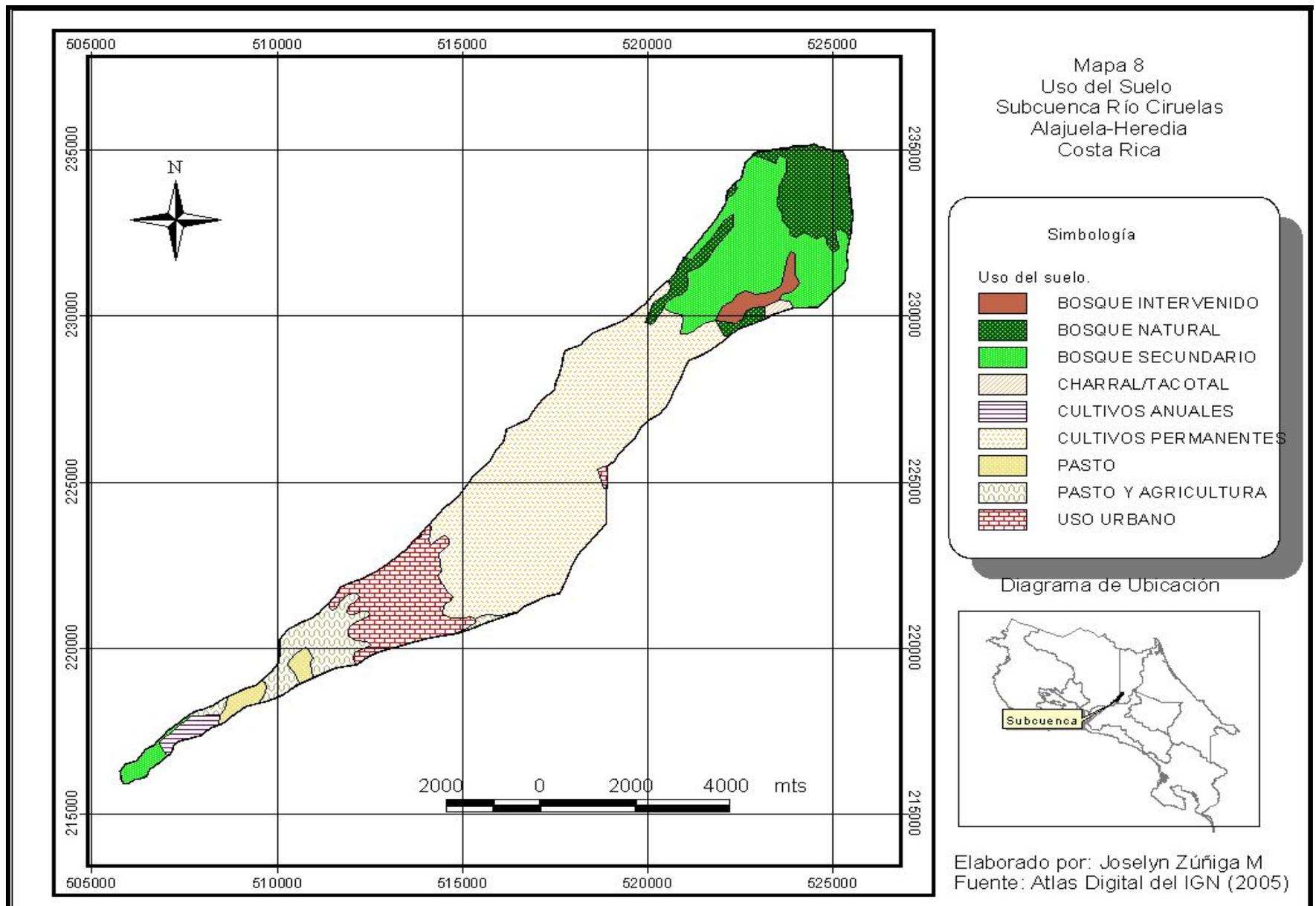
Se puede observar como en la subcuenca dominan esencialmente los cultivos permanentes, con 3241.29 ha, lo que representa un 35.83% dentro de la extensión de la misma y se extiende mayoritariamente de los 950 m.s.n.m., a los 1700 m.s.n.m. donde se localizan los distritos de Desamparados y Carrizal de Alajuela, Purabá, y Jesús de Santa Bárbara de Heredia.

En segunda instancia predomina que el bosque secundario en extensión: se da principalmente en la parte alta, de los 1700 a los 2700 m.s.n.m. Se destaca por otra parte el área de conservación o de protección del Parque Nacional Braulio Carrillo correspondiente a la categoría de Bosque Natural con una franja de 659.46 ha, de las cuales 483.3 corresponden a este parque.

Finalmente el uso de pasto con agricultura, ocupa 1438.55 ha (15.90%), y se localiza principalmente en la sección media de la subcuenca, abarcando los distritos de San Antonio y la Guácima de Alajuela.

En menor grado es el porcentaje de área ocupado por los usos urbanos, abarcando un 8.63%, sin embargo, se está dando un rápido crecimiento de las áreas urbanas en los sectores de Desamparados, Santa Bárbara, y el sector centro sur de la subcuenca, lo que obliga a establecer medidas de conservación y protección de recursos importantes como el agua, y los afluentes de los ríos. (Ver Mapa 8 de Uso del Suelo)

Estas áreas son las que colindan con espacios destinados a los cultivos permanentes y estacionales, son tierras fértiles donde la topografía y las condiciones son óptimas para la expansión urbana, ya que las curvas de nivel oscilan entre los 700 y 1000 m.s.n.m.



### **5.1.3 Conflictos de uso del suelo en la subcuenca con respecto a su capacidad**

Las divergencias en el uso de la tierra, se presentan cuando el recurso no está siendo aprovechado de manera racional y de acuerdo a su capacidad de soporte para las actividades diversas.

La suma de aquellas áreas dedicadas a cultivos anuales y pastos en las clases de capacidad de uso de la tierra VI, VII, VIII, y cultivos permanentes en las clases VII y VIII, da como resultado la sobre utilización de las tierras, dado que el uso actual sobrepasa la capacidad de uso de estas tierras.

La subutilización de la tierra se da en aquellas áreas dedicadas a pastos por ejemplo, en clases de capacidad de uso II, IV, V.

De acuerdo con lo anterior, se pueden presentar varias situaciones:

- ✓ Que la utilización del recurso este en equilibrio con su capacidad “Uso adecuado”.
- ✓ Que el suelo este siendo aprovechado, lo que conlleva una utilización del recurso suelo por debajo de su potencial “Sub uso”.
- ✓ Por último que se explote el suelo mas allá de su potencial “sobre uso”.

Para elaborar el mapa de conflictos de uso de la tierra, se utilizaron dos coberturas base, una escala 1: 50000, que cubre prácticamente mas de las  $\frac{3}{4}$  partes de la cuenca, suministrada por la empresa de Servicios Públicos de Heredia y en el otro segmento fue adherido usando el mapa de conflicto de uso de la tierra elaborado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

De forma general, el cuadro N°8 muestra las divergencias encontradas en el uso de la tierra en la subcuenca.

### CuadroN°8 Divergencias en el uso de la tierra (1999)

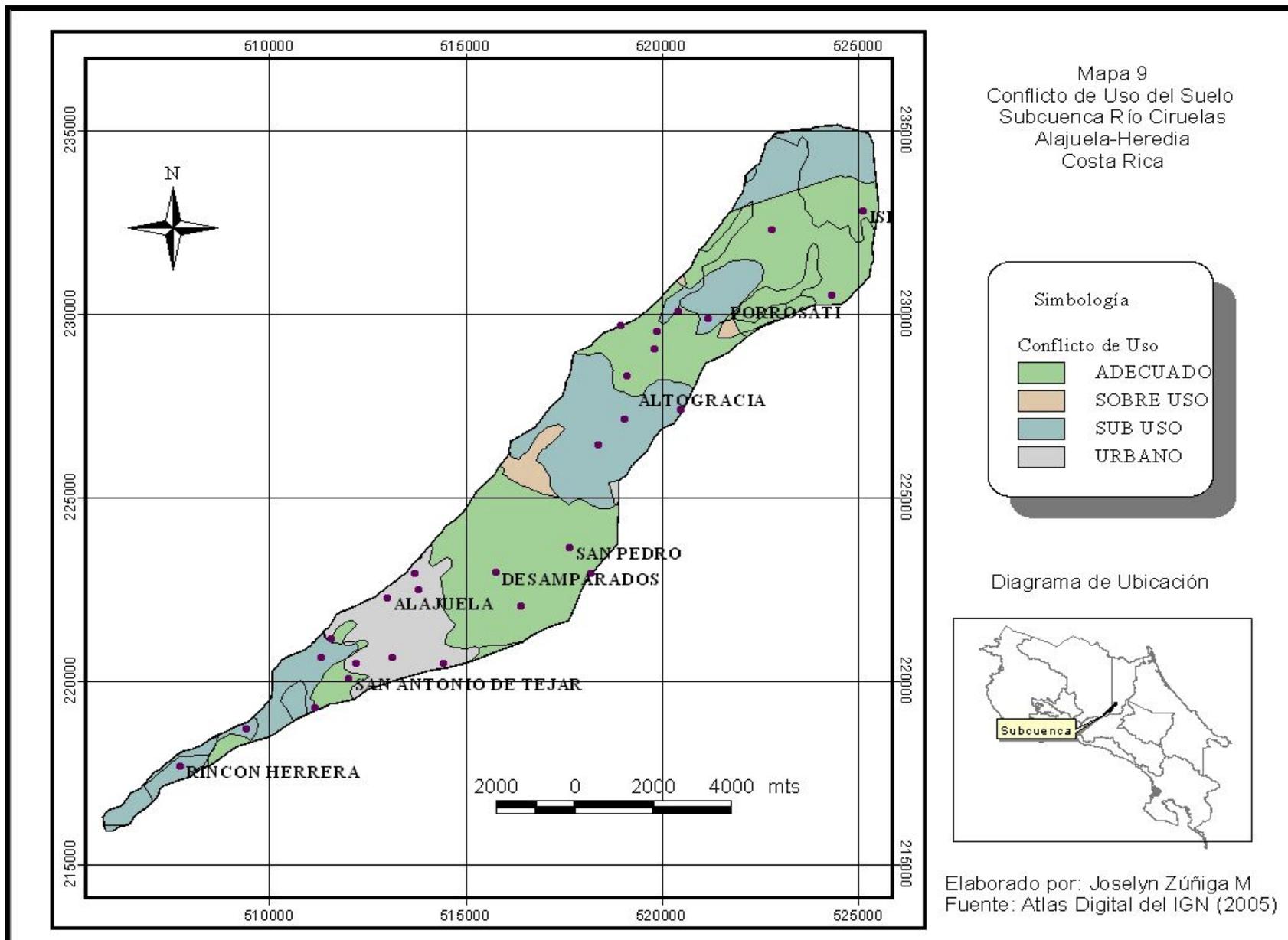
Divergencias	Hectáreas	%
Área sin datos	142,5020	1.58
Nubes	115,7140	1.28
Sobre uso	2054,0670	22.70
Sub uso	927,0910	10.25
Uso Adecuado	3753,1180	41.49
Zona Urbana- Sobre uso	78,3850	0.87
Zona Urbana- Uso adecuado	1975,9710	21.84

Fuente: Conflicto de uso de la tierra ESPH (1999) y Conflicto de uso de la tierra, MAG (1996)

Como se aprecia en el cuadro anterior, existe un 1.58% del área sin datos, 1.28% de zona está cubierta por nubes, que también significa que es un espacio sin datos por una circunferencia climatológica, la sobreutilización de las tierras se da en el 22.70%, el subuso en el 10.25% has (ver Mapa 9 de Conflictos de Uso).

El área correspondiente a uso adecuado es significativa, con un 41.49%, por otra parte, se clasifica el suelo urbano en sobre uso y uso adecuado, con aproximadamente 0.87% y 21.84% respectivamente.

Un dato importante y a la vez preocupante, es el hecho de que en la parte alta de la subcuenca, se presenta un área muy considerable de explotación de las tierras mas allá de su capacidad, donde estas deben ser empleadas para fines de conservación de bosque y protección del recurso hídrico, ya que en esta sección se cataloga como de recarga acuífera y actualmente encontramos allí sembradíos de café y zonas de cultivos anuales.



## **5.2 Problemáticas, problemas, causas y efectos derivadas del uso actual presente en la Subcuenca**

Producto de las actividades agrícolas, pecuarias y de uso urbano se ha visto que una de las principales problemática de uso que presenta la subcuenca es la correspondiente a la contaminación de sus aguas. También (pero en escasas ocasiones) se han presentado problemas con inundaciones en ciertos puntos de la subcuenca, específicamente en los poblados aledaños a las márgenes del río Ciruelas en la sección de Alajuela, debido principalmente al crecimiento urbano que produce un incremento en la escorrentía, alterando su capacidad y modificando la red de drenaje.

La impermeabilización del suelo debido a la pavimentación, techos y demás construcciones impiden la infiltración, aumentado tanto la escorrentía como la velocidad de flujo. Este aumento de la velocidad, conjuntamente con el aumento del volumen de escorrentía y la concentración de flujo en tuberías y canales trae como consecuencia una concentración más rápida, cuyo resultado final es un incremento en el caudal máximo. En pendientes fuertes como se presenta en las partes altas, el uso agrícola sin medidas apropiadas para la conservación del suelo ha producido un aumento grande en los procesos de erosión y en el caudal sólido transportado por los ríos.

Por otra parte, entre los principales problemas ambientales, se puede indicar un acelerado crecimiento poblacional, que ha sido desordenado, habiéndose sometido a un gradual proceso de complejo deterioro ambiental, provocado por actividades como la deforestación masiva para dar cabida a la expansión residencial, reducción significativa de la biodiversidad por destrucción de la cobertura vegetal, erosión de suelos por falta de cobertura vegetal, deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas por fuertes arrastres de sedimentos de los ríos y acarreo de desechos sólidos en ellas.

La falta de una planificación integral de uso de la tierra tiene un gran impacto en los recursos hídricos, afectando las zonas de recarga de acuíferos, drenaje pluvial, pérdida de biodiversidad y calidad ambiental en general.

### **5.2.1 Problemas de Contaminación**

La contaminación de los sistemas de abastecimiento de agua potable ha crecido en los últimos años, en particular; se han reportado pozos, agua proveniente de manantiales y ríos de mala calidad bacteriológica, un gran porcentaje de las fuentes de agua no cumplen con las normas de potabilidad debido a fuentes de contaminación urbana. Dicho efecto ha sido provocado por las aguas residuales de los vertidos domésticos, industriales y agroindustriales y las fuentes de contaminación no puntuales, provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias. La escorrentía urbana y la descomposición de desechos sólidos en botaderos clandestinos o de disposición directa a las aguas superficiales contribuyen también a la contaminación de los cuerpos de agua en esta subcuenca.

Una actividad de establecimiento reciente, pero con acelerado crecimiento, como las plantaciones ornamentales están contribuyendo con este desgaste, éstas suelen ubicarse cerca de las nacientes de los ríos y estos se encargan de llevar todo tipo de contaminación corriente abajo. Se estima que los invernaderos de helechos ocupan grandes áreas pero aun así se consideran que son extensiones pequeñas, dadas las características espaciales requeridas para este cultivo.

#### **5.2.1.1 Contaminación Industrial**

Otro tipo de contaminación que se presenta es la provocada por la industria, principalmente por los:

- ✓ Beneficios de café.
- ✓ Efluentes industriales.

La contaminación industrial constituye una de las fuentes más significativas en la cuenca. A pesar de que en la legislación actual se está exigiendo el tratamiento de los vertidos industriales, la mayoría de las industrias aún no tienen tratamiento primario en sus instalaciones. Aunque hay que señalar que las instituciones contraloras han iniciado labores para su fiscalización.

Se presenta una clara disminución del papel contaminador de los beneficios de café en virtud de los programas de reducción del uso del agua, recirculación y reuso de aguas en los diferentes procesos del beneficiado. A pesar de esto, esta industria continúa siendo la principal contaminadora de la subcuenca. Son pocos los beneficios que tienen una planta de tratamiento completa y muchos están sin tratamiento primario según ICAFE<sup>9</sup> para diciembre de 1997.

#### **5.2.1.2 Contaminación residencial**

Es aquella producida por los desechos generados en casas de habitación o residenciales. A excepción de su nacimiento, el río Ciruelas corre por zonas muy urbanizadas; estas poblaciones se ubican cerca de los márgenes del río utilizando su cauce como medio de eliminación de desechos.

Las descargas de aguas servidas de las residencias directamente al río, es un hecho que en la mayoría de los casos está a la vista, lo cual hace inminente el deterioro de la calidad del agua. Conforme se desciende, la presencia de urbanizaciones se acrecienta, y con ello la contaminación del cauce.

#### **5.2.1.3 Fuentes de contaminación agrícola**

La contaminación por las actividades agrícolas de la subcuenca se debe a la aplicación de agroquímicos utilizados (fertilizantes y pesticidas) en la producción de cultivos, como lo son, el café, caña de azúcar, árboles frutales, cebolla, chile dulce, culantro, cultivos ornamentales, entre otros. Estos agroquímicos una vez utilizados se infiltran por el suelo o son transportados por escorrentía superficial o laminar, hasta llegar a un afluente; lo mismo ocurre con la actividad productiva ganadera, porcina y avícola (esta es principalmente casera). En el Roble de Heredia se desarrolla una importante actividad porcina, si bien esta cuenta con los permisos de salubridad concernientes, se han encontrado coliformes fecales en tramos relativamente cortos, lo mismo sucede con la ganadería.

---

<sup>9</sup> ICAFE (Instituto del Café)

Todo este tipo de contaminación de caudales, se ve reflejado a simple vista, por medio del olor que emanan sus aguas, la turbidez (color café), presencia de aceites, grasas y espumas de jabón sobre la superficie del agua. Si bien el caudal aumenta o disminuye de acuerdo a la estación en que se encuentre, la contaminación persiste durante todo el año, ya que la descarga de desechos domésticos, industriales y de agricultura es constante.

Conforme se va descendiendo, los valores de color, olor y desechos sólidos en las aguas aumentan, mostrando una mayor contaminación; en casi todo el trayecto, las aguas del río desprenden olores desagradables, existiendo lugares donde son fétidos, como en San Antonio del Tejar, Ciruelas, el Roble de Alajuela y el Invu Las Cañas. Así mismo el río es turbio, en la mayor parte de su trayecto, a excepción de su nacimiento, por la gran cantidad de sólidos en suspensión que arrastra, y como se mencionó anteriormente, también son visibles manchas de aceite y grasa, que en ocasiones forman una delgada capa en la superficie del agua, adhiriéndose a las raíces de los árboles y a las rocas del cauce, principalmente en Ciruelas y San Antonio del Tejar.

## CAPITULO VI PLAN DE MANEJO, PROYECTOS Y SUBPROYECTOS, PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS

### 6.1. PLAN DE MANEJO

Basados en los resultados y conclusiones del diagnóstico así como los objetivos del plan de manejo de la cuenca, se procedió a dividir el área en zonas, las cuales son áreas que representan los requerimientos de la planificación y deben ser manejadas para satisfacer las necesidades de manejo y conservación de los recursos de la misma.

Así la **zonificación** trata de resolver los conflictos en el uso de los recursos en el espacio, por medio de la división de la cuenca en zonas y unidades de ordenación y manejo que permitan aprovechar y proteger mejor los recursos contenidos en ellas, por lo que se considera como un paso clave en la ordenación y manejo de los recursos de la cuenca.

Dentro del proceso de zonificación es necesario partir de las unidades espaciales que necesitan uno o varios tratamientos de manejo donde existen conflictos por el uso del suelo.

#### 6.1.1 Áreas prioritarias en el plan de manejo

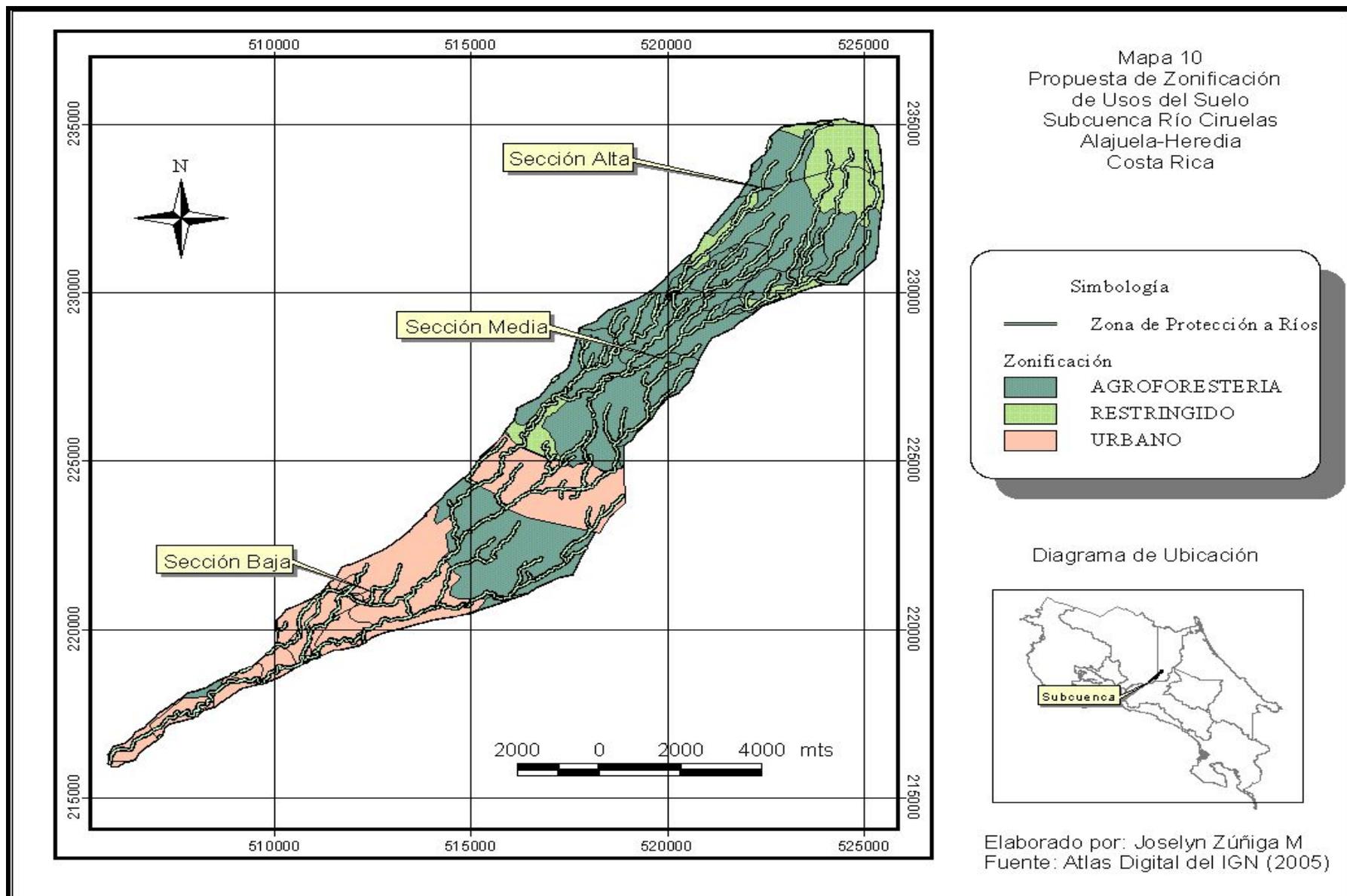
Es importante destacar que para efectos de la implementación inicial del plan de manejo se seleccionará un área prioritaria que sea coherente con los objetivos de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, con el fin de implementar un **Proyecto Piloto Demostrativo**. Esta área representa una subdivisión hidrográfica de la subcuenca en estudio, correspondiente a la parte alta. Se escogió la parte alta y media, y se estableció la misma como área prioritaria debido a que en ella se identifican con mayor facilidad los principales problemas y necesidades que presenta la subcuenca en general, además de ser parte inicial de un sistema hídrico, por lo que se facilita la difusión de los proyectos a implementar en él a través de toda la cuenca.

Se pretende que la ejecución del proyecto piloto se realice a corto plazo (6 años) y que sus acciones y resultados tengan un efecto multiplicador con impactos no solo en la parte alta, sino en el resto de la cuenca. Los proyectos elaborados para el manejo del área prioritaria solucionan una gran parte de los problemas, dado que las características de ésta son muy representativas de las condiciones encontradas en la mayoría de la subcuenca, aunque debe aclararse que posterior a la realización del proyecto piloto se debe complementar con otras acciones destinadas a solucionar problemas similares existentes en el resto de la subcuenca y problemas cuyo impacto y localización trasciendan el ámbito geográfico del área priorizada y afectan al sistema de la subcuenca en su conjunto. Posteriormente se procederá a realizar el Plan a Nivel de la subcuenca, a mediano plazo (8 años), a ejecutarse a partir del tercer año de haberse iniciado el Proyecto Piloto Demostrativo. Este plan se encuentra constituido por las acciones a realizar en el resto de la subcuenca del Río Ciruelas como efecto de irradiación de las actividades realizadas en la parte alta y de actividades complementarias obtenidas de la experiencia anterior.

Con la ejecución del Proyecto Piloto Demostrativo a corto plazo en la parte alta y el Plan a Nivel de la Subcuenca a mediano plazo, se pretende cubrir las necesidades de manejo en la totalidad de la cuenca según los objetivos fijados.

Para crear la propuesta de zonificación, se tomaron en cuenta varias variables. Se utilizaron como mapas base el de Uso de la Tierra y el de Capacidad de Uso, con los cuales se generó el mapa de Conflicto de Uso. Asimismo, se integró la variable de precipitación, el cual oscila entre los 2000 y 4000 mm por año para el área de la subcuenca y es de suma importancia para tener en cuenta al realizar una zonificación debido a la vocación agrícola e hídrica de la cuenca y la influencia que tiene la variable sobre estas características. También se tomó en cuenta la pendiente debido a la importancia de proponer actividades o usos adecuados en las áreas de mayor pendiente que eviten la erosión y posterior sedimentación de material en los cauces. Es de gran importancia también incluir la variable de cobertura boscosa (natural o primaria, secundaria e intervenida) para darle un manejo adecuado a la misma, sea conservación o mediante técnicas agroforestales apropiadas para las condiciones de la cuenca.

Se debe mencionar que la propuesta de zonificación se basa directamente en los objetivos de la propuesta de planificación al tratar de incrementar la conservación y por ende la productividad de los recursos naturales y mejorar la calidad del recurso hídrico así como los aspectos ambientales en general. Al tener estos objetivos en mente y combinar por medio de matrices las variables antes mencionadas, el resultado se convierte en un mapa de zonificación propuesta que incluye tres zonas principales a considerar: uso agroforestal, uso urbano y uso restringido. (Ver Mapa 10 de Zonificación Propuesta).

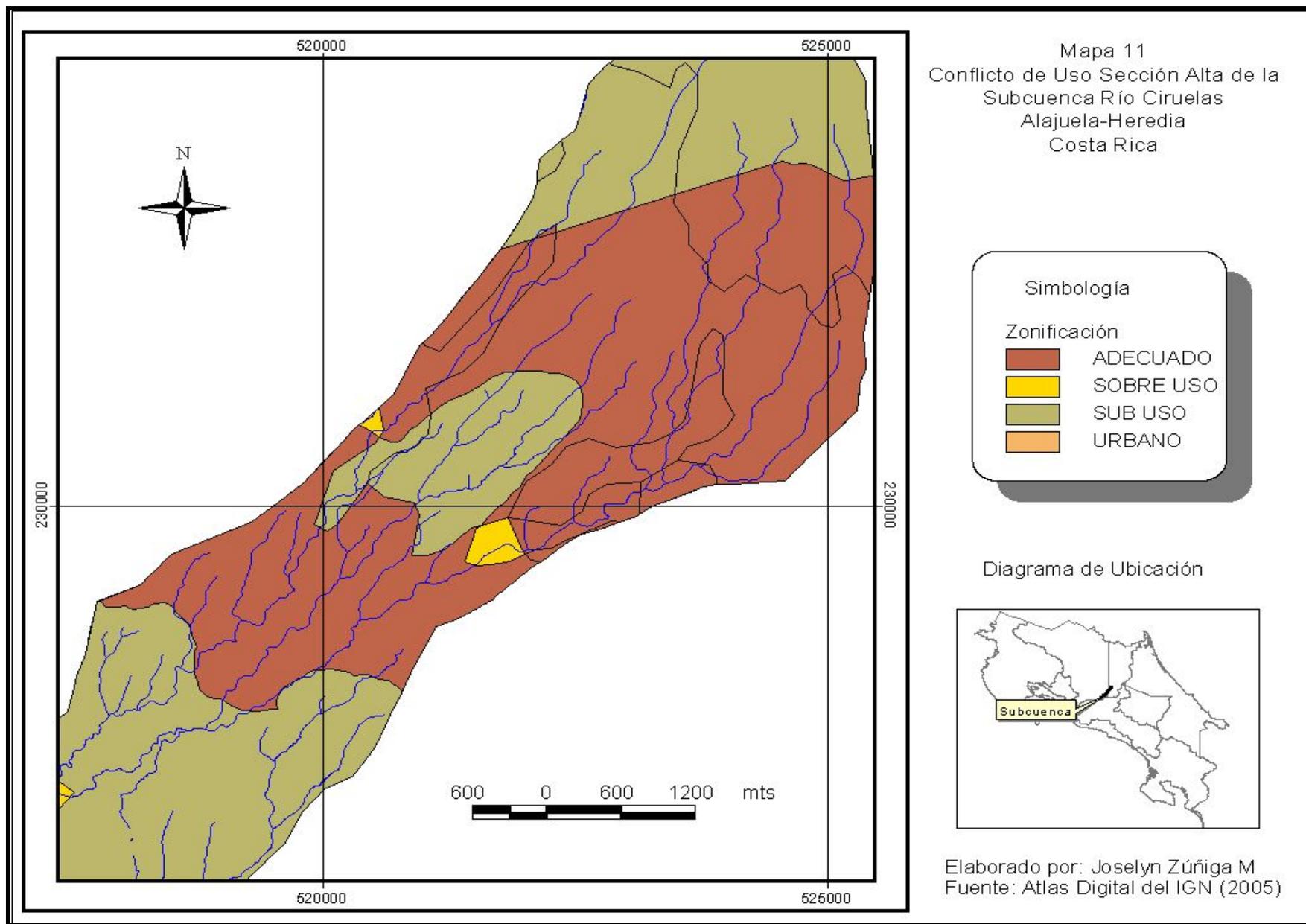


## **6.1.2 Zonas de uso prioritario dentro del Plan de Manejo**

### **a. Uso agroforestal**

Con el fin de disminuir el impacto provocado por el ganado en el suelo (por pisoteo y compactación) el cual provoca erosión y sedimentación, así como la contaminación de los ríos por el uso de agroquímicos, todas las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollen actualmente o en el futuro en esta zona, se deben apegar a ciertas normas de manejo y conservación de suelos, con el fin de disminuir los efectos nocivos que pueden causar en la cuenca el mal desarrollo de estas actividades; tomando en cuenta la doble vocación de la cuenca.

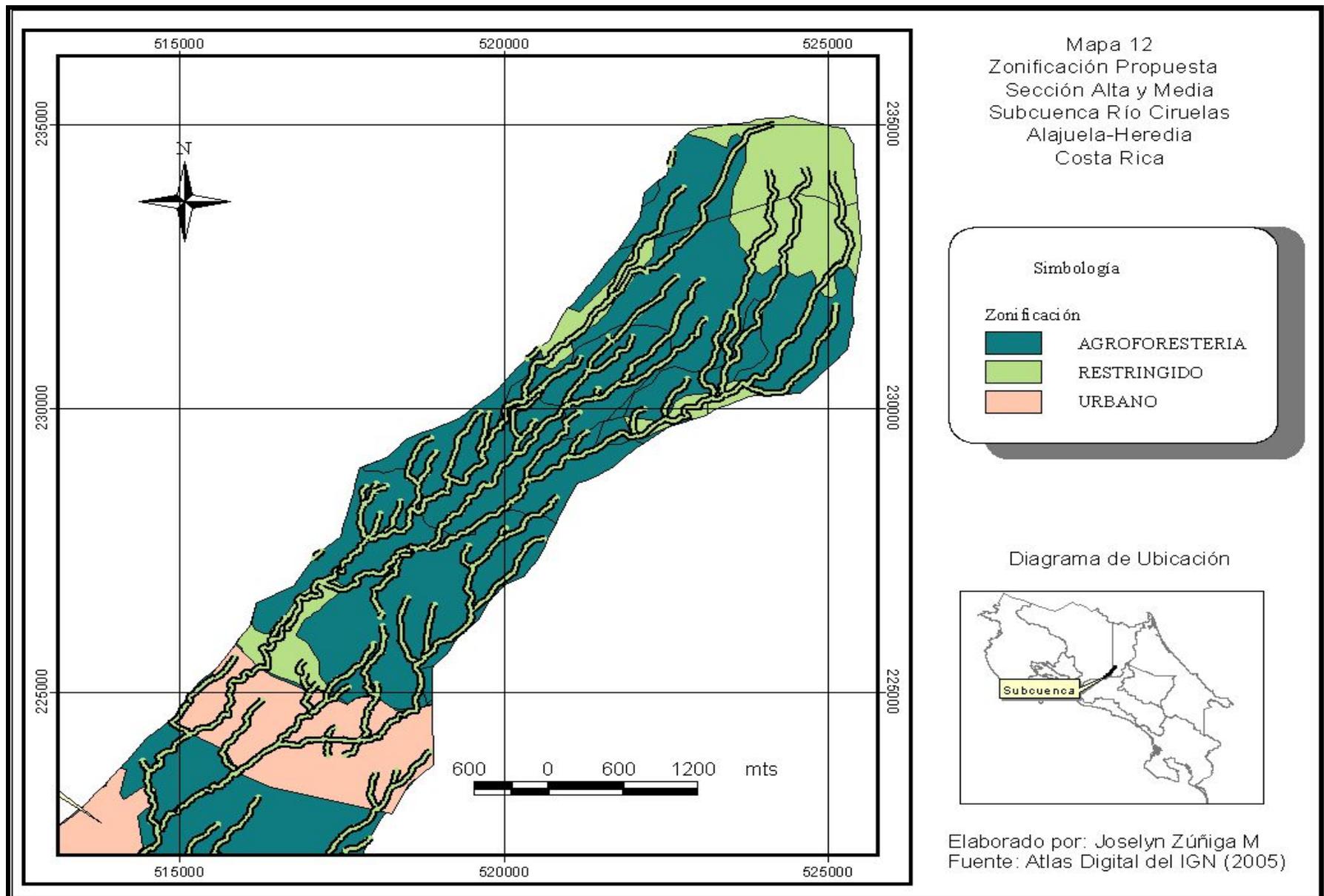
Como se puede observar en el mapa 11 de conflicto de uso, el área propuesta para implementar el Proyecto Piloto Demostrativo (parte media y alta de la cuenca), se encuentra en su mayoría bajo un uso adecuado o en subuso. Si comparamos este mapa con el que se propone para efectos de la zonificación, podemos observar que se propone un uso agroforestal en la mayoría de las áreas que se encuentran bajo un uso adecuado, por lo que se pretende mantener el uso actual (agricultura y ganadería o forestal), pero implementando proyectos y técnicas que aseguren la conservación y el manejo adecuado del recurso suelo (como se propondrán en los proyectos más adelante) con el fin de evitar la excesiva escorrentía superficial y por ende la erosión y sedimentación, así como un uso adecuado de acuerdo a las condiciones del área.



Es importante también destacar los programas dirigidos al manejo adecuado de las aguas residuales (ver proyectos propuestos en sección de Anexos), ya que esta zona es una importante área de recarga acuífera y se debe conservar de manera apropiada el recurso agua, ya sea para consumo humano o riego y apoyados en la legislación existente y la creada para efectos de la planificación de la cuenca.

#### **b. Uso urbano**

Como se puede observar en el mapa 12 zonificación de la sección alta y media, de la subcuenca, el área urbana se encuentra en la parte media y baja de la subcuenca y corresponde básicamente a los núcleos poblacionales del cantón central de Alajuela y sus alrededores. Para efectos de la zonificación, se propuso el área de uso urbano mediante la inclusión del área urbana actual y se le agregó un área circundante, considerado como "buffer". Lo que se pretende es que esta área que rodea la zona urbana actual sea prevista en el futuro para albergar el crecimiento urbanístico; es importante destacar que se deben realizar estudios de crecimiento urbano para determinar con exactitud cuál debe ser el tamaño del área destinado para dicho fin. No se consideraron los núcleos urbanos de menor tamaño, como los poblados de Sacramento y Lajas, porque se cree que su crecimiento no tendrá un impacto significativo en los usos del suelo.



### **c. Uso restringido**

En las áreas que se proponen para este uso (especialmente la parte alta de la subcuenca; ver mapa 10), se encuentran importantes parches de bosque primario y secundario, así como bosques intervenidos, los cuales se pretenden mantener bajo un uso restringido, en este caso la conservación ya sea por parte del MINAE y los Parques Nacionales o el Pago de Incentivos Forestales. Se pretende consolidar un uso de conservación para mantener la estabilidad de la flora y fauna y cumplir con uno de los objetivos principales de la planificación propuesta que es asegurar el recurso hídrico.

Por otro lado es posible que algunas de éstas áreas se puedan explotar siempre y cuando se les de un manejo apropiado, sobre todo en lo que referido a especies forestales y a la vez que se realicen los estudios necesarios y explícitos en cuanto a los volúmenes extraíbles de madera que no causen daño a la biodiversidad y que esto no afecte en forma directa a las especies de fauna de los ecosistemas. Es necesario aplicar las normas establecidas en la Ley de Conservación del Medio Ambiente, con el fin de garantizar el uso adecuado de los recursos, fáusticos y florísticos al igual es importante tener claro cuales son las normativas establecidas para el manejo de bosques estipulado en la Ley Forestal, (7575 ).

En la zonificación propuesta se incluyen las áreas de amortiguamiento alrededor de los ríos y mantos acuíferos. Se deben crear y mantener las áreas de amortiguamiento a partir de los 50 m de zona de protección de los ríos según lo establece la constitución política y el código urbano (se deben establecer zonas de protección a los ríos; en áreas rurales es de 10 metros y en áreas urbanas de 50 metros). El propósito es mantener los reductos de bosque ripario e igualmente favorecer la conservación del recurso hídrico.

Asimismo, se debe implementar y/o crear una legislación más fuerte en cuanto a la protección y conservación de las nacientes y cauces existentes en el sitio. A partir de programas de recuperación de las nacientes, afluentes y cauces se logrará determinar qué medidas se deben tomar para dicha legislación. Es importante mencionar que el

bosque ha funcionado como una fuente vital en la generación de aguas, ya sea, en forma de escorrentías, infiltración o precipitación; lo que favorece a esta área, a ser manejada y conservada según la, Ley de aguas 276 capitulo 1, Ley 7574 , Ley Orgánica del Ambiente, Ley Forestal, Ley 7575, y la Ley de Conservación del Medio Ambiente.

### **6.1.3 Áreas de Desarrollo para implementar programas y proyectos**

Dentro de la subcuenca habrá áreas que requieran de mayor concentración de infraestructura, servicios y personal por lo que se pueden considerar como “áreas de desarrollo”. El concepto de las mismas implica una priorización de las zonas o unidades que requieran de más urgente atención. De esta forma se debe distinguir cuales son las unidades dentro de cada zona que precisan, de forma prioritaria, la asignación de actividades de ordenación y manejo. Por lo general, las unidades que requieren mayor atención serán aquellas con procesos de degradación de recursos muy avanzados o con posibilidades de que el uso implementado provoque un impacto fuerte sobre el ambiente.

Estas áreas de desarrollo se determinaran luego de realizar los estudios correspondientes a cada uno de los proyectos y de aquí saldrán las propuestas de ubicación de cada uno de los mismos de acuerdo a su importancia y necesidad en el área. Los proyectos destinados a ser implementados en estas áreas de desarrollo se detallan en el apartado siguiente.

## **6.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN**

Los proyectos de manejo dan los lineamientos generales para la dirección y administración de la cuenca. En estos se contemplan los objetivos, metodología y requerimientos que definen el sistema, siendo éste “el Plan de Manejo de la Subcuenca del Río Ciruelas”. A continuación, se presentan las fases de los proyectos en general y los proyectos a implementar en el Proyecto Piloto Demostrativo y posteriormente en el

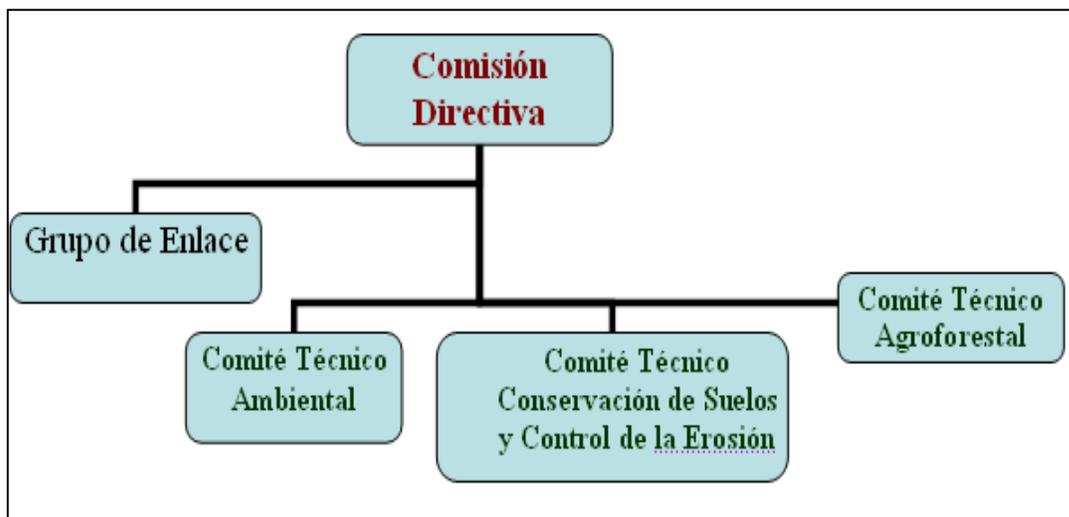
resto de la subcuenca, siguiendo el orden de priorización de acuerdo a la problemática reflejada en el estudio de diagnóstico.

### 6.2.1 Estructura de la toma de decisiones

Es importante definir, desde el inicio de la ejecución de los proyectos, quién decide, quién aprueba, a quién se le consulta, quién supervisa, quién ejecuta, a quién se le informa sobre el desarrollo de las actividades, modificación de las estrategias y el uso de los recursos.

Para garantizar que las decisiones que se tomen en relación con los diferentes proyectos y subproyectos sean los más adecuados, hay que considerar el contexto del proyecto, tanto de su ubicación interna, como en su interrelación con el entorno. A continuación se presenta un esquema de la estructura propuesta para desarrollar el Plan de Manejo Integral de los recursos de la Subcuenca del Río Ciruelas

**Figura N° 1**  
**Estructura de Toma de Decisiones**



Fuente: Elaboración propia

Es necesario realizar una permanente revisión del comportamiento del proyecto, sus actividades, recursos y los resultados que se van obteniendo en relación con la organización ejecutora y con el ambiente externo a la cuenca.

## **6.2.2 Los programas y subprogramas**

### **6.2.2.1 Programa de Capacitación**

Se ha considerado que no solo los aspectos técnicos serán necesarios para resolver los problemas observados en la cuenca, por lo que será necesario realizar varios tipos de capacitación a corto plazo, tanto para el personal que va llevar a cabo la implementación del plan de manejo (instituciones gubernamentales y privadas), como para los mismos habitantes de la cuenca, los cuales a final de cuenta son los que aplican las diferentes recomendaciones para solventar sus necesidades. Se seleccionarán e impartirán varios cursos para ayudar al personal del sector ambiental y la comunidad para mejorar, tanto sus conocimientos técnicos como su capacidad de planificación y administración.

Este programa incluirá capacitaciones a corto plazo con personal experta en la materia, asesorados por entes gubernamentales. Se llevarán a cabo por medio de programas de capacitación específicos de acuerdo a las necesidades de los distintos niveles de participación. A nivel de planificación, se realizarán adiestramientos en materia técnica y de acuerdo a los requerimientos de los profesionales y los estudios que éstos van a realizar, así como el contacto que deben tener con la comunidad. A nivel comunal, se darán charlas y talleres con el fin de promover la participación ciudadana en el plan de manejo; esto incluye una relación abierta con las comunidades. En este mismo nivel se realizarán otro tipo de capacitaciones, esta vez enfocados a trabajar con la comunidad en materia de problemática ambiental y programas de manejo y conservación de usos del suelo.

“La experiencia demuestra que se requiere utilizar todos los mecanismos y recursos necesarios para asegurar el mayor grado de conocimiento sobre las alternativas de decisión por parte del conjunto de miembros e instancias comunitarias. De esta forma, se puede lograr mayor compromiso e interiorización consciente del proceso y asegurar que las responsabilidades en la construcción comunitaria sean compartidas.” (Castillo 1998, pp. 67)

El objetivo de las capacitaciones comunitarias y los talleres es para obtener el mayor grado de participación directo e indirecto de los actores locales durante las fases del proyecto antes mencionados. Esto no quiere decir que durante la implementación del plan de manejo estos vayan a ser los únicos espacios disponibles para la participación comunitaria. En realidad son los espacios para la toma de decisiones y el respeto a las decisiones locales con el fin de desarrollar una planificación integral, que aunque sea considerada de “arriba hacia abajo”, tome muy en cuenta la participación comunitaria.

#### **6.2.2.2 Programa de Recuperación de la Subcuenca del Río Ciruelas**

Desde una perspectiva hidrológica y como se determinó en los resultados del diagnóstico, la zona norte de la cuenca del Río Ciruelas se considera como una de las áreas de mayor importancia del país por ser aquí donde se realiza parte de la recarga de los acuíferos más importantes del país. Un gran porcentaje del abastecimiento público de agua del Valle Central proviene de estos acuíferos localizados propiamente en la parte alta y media de la cuenca. De esta forma se puede determinar que cualquier tipo de contaminación presente en la parte alta de la cuenca tendrá su impacto en el resto de la subcuenca y afectaría considerablemente la potabilidad del agua superficial y subterránea.

En la zona se ha detectado altos grados de contaminación superficial entre los que podemos mencionar los originados por agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas), vertederos de desechos sólidos comunales y municipales, residuos industriales (proceso del café, porquerizas y lecherías, principalmente) pozos negros y tanques

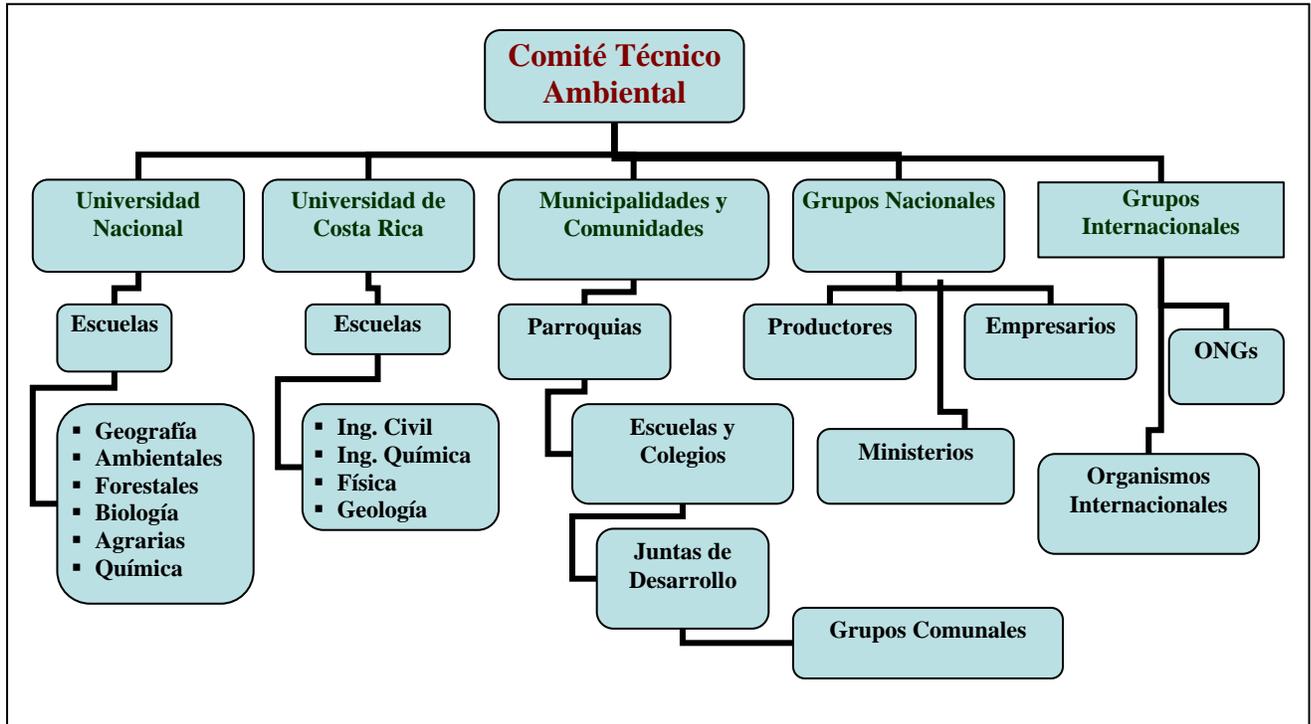
sépticos. Los botaderos de basura representan un riesgo de contaminación al encontrarse ubicados sobre terrenos con características de permeabilidad relativamente altas, de manera que pueden afectar la calidad de agua de los ríos y acuíferos. La contaminación de los ríos se observa a simple vista al notar la presencia de sólidos suspendidos, turbiedad, color y olor.

Como resultado del diagnóstico, se determinó que una de las vocaciones de la cuenca es el hídrico, por lo que dentro de la propuesta de planificación se procura implementar un proyecto de recuperación ambiental debido a las pobres condiciones ambientales que presenta la cuenca en general. Este programa contiene una serie de proyectos cuyo fin es precisamente alcanzar una calidad ambiental óptima y asegurar el recurso hídrico para su consumo humano y otros usos.

Se creará un Comité Técnico Ambiental del programa encargado de desarrollar el Proyecto de Recuperación Ambiental de la Subcuenca del Río Ciruelas, el cual proporcionará la información económica y técnica necesaria para identificar otras opciones para proyectos de recuperación ambiental concretos y factibles para implementar en la parte media y baja de la cuenca. A continuación se presenta un diagrama que demuestra las instituciones y organismos que participan en los procesos y estudios realizados por el Comité Técnico Ambiental

Figura N°2

Estructura de Integración del Comité Técnico Ambiental



Fuente: Elaboración propia

### 6.3 Componentes del Proyecto

#### 6.3.1. Evaluación de la Situación Ambiental

En esta etapa del Proyecto de Recuperación Ambiental de la Subcuenca del Río Ciruelas, se evaluará la situación ambiental actual, para lo cual se realizará un levantamiento de información primaria y secundaria. Asimismo, en esta etapa se realizarán varias visitas al campo para corroborar la información concerniente a los campos de: geología, ingeniería química, ingeniería ambiental, ingeniería civil, geografía, historia, estudios físico-químico-bacteriológicas, culturales y socioeconómicos que tengan relación a la situación ambiental.

Para esta evaluación se asignarán por lo menos tres profesionales provenientes de instituciones estatales como ministerios y/o universidades que tengan relación con los

estudios sobre aspectos ambientales; incluyendo también la colaboración del personal del Ministerio de Salud, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Ambiente y Energía. Se contratará un asesor que trabaje a tiempo completo, cuya función será dar seguimiento a las diversas actividades y brindar apoyo técnico en la selección y evaluación de las investigaciones y estudios ambientales del río, así como en la identificación de la asistencia técnica a corto plazo necesaria para estos estudios a realizarse en la parte alta de la cuenca como parte del Proyecto Piloto Demostrativo.

Durante todos los procesos y estudios realizados en el Proyecto de Recuperación Ambiental de la Subcuenca del Río Ciruelas, se tomará en cuenta la participación ciudadana y las entidades locales mediante el Programa de Capacitación e Intercambio que incluye capacitación a corto plazo, seminarios y talleres y programas de intercambio.

### **6.3.2 Investigación y Estudios Ambientales**

Bajo este componente se llevará a cabo un análisis de la información existente sobre los aspectos ambientales en cada uno de los campos de estudio (geografía, geología, hidrología, biología, física, química, industrial, cultural, histórico, socioeconómico, paisaje y antropología) para determinar qué información hace falta, qué áreas ambientales y prioritarias han sido abarcadas y qué medidas se deben tomar en ciertas áreas que requieren de mayor profundización para su manejo. Se debe incluir el equipo a utilizar y el tipo de análisis a efectuar.

Los resultados de este análisis conducen a la elaboración de una serie de recomendaciones técnicas cuyo objetivo es señalar los diferentes proyectos a implementar en la subcuenca del Río Ciruelas, entre los que se mencionan los proyectos de manejo de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, sistemas de tratamiento de agua potable y la posibilidad de integrar biodigestores.

En el componente de Investigación y Estudios Ambientales puede tomar en cuenta otros factores tales como los posibles costos, existencia de infraestructuras y proyectos de apoyo, dificultades socio ambientales o institucionales, problemas específicos del lugar así como la proposición de requerimientos ambientales a nivel de la cuenca (aspectos normativos y legislativos).

### **6.3.3 Información para la Planificación Ambiental y Diseño de Soluciones**

Es importante crear un centro de información o documentación donde se organice y se encuentren recopilaciones de diversas revistas, libros, estudios y otros documentos técnicos sobre asuntos ambientales y, en general, sobre aspectos que de una manera u otra sean útiles para el proceso de planificación en la subcuenca. Este centro de información debe ser ubicado en un punto estratégico de la cuenca donde la información esté disponible tanto para los habitantes como para los encargados de realizar los diferentes estudios.

Otra actividad que se debe considerar dentro de este componente de información será un estudio para ver la posibilidad no solo de crear un centro de información, sino un Centro de Investigación Ambiental para la Subcuenca del Río Ciruelas. Se trabajará esta propuesta en conjunto con el CONICIT (Consejo Nacional para la Investigación Científica y Tecnológica), Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) y la colaboración de ONGs y diferentes organismos internacionales que puedan brindar financiamiento. El propósito de dicho centro es velar por la ejecución y monitoreo de los diferentes proyectos en el campo ambiental, las condiciones ambientales propias del río y la coordinación interinstitucional. Estas actividades propuestas son elementos claves al proponer una planificación descentralizada con un enfoque de arriba hacia abajo.

### **6.4 Subproyectos propuestos**

A partir de los procesos anteriores y tomando la problemática y las necesidades de la cuenca descritas en el diagnóstico, se proponen realizar los diferentes subproyectos

que recaen dentro del Programa de Recuperación Ambiental de la Subcuenca del Río Ciruelas:

En el siguiente cuadro resumen se representan cada uno.

<b>Cuadro N°9 Resumen de la propuesta para el desarrollo del Plan de Manejo integral para la subcuenca del río Ciruelas, 2007</b>	
<b>Programas</b>	<b>Proyectos</b>
<b>Recuperación de la subcuenca río Ciruelas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de desechos sólidos</li> <li>• Tratamiento de agua residuales</li> <li>• Mantenimiento de ríos y nacientes</li> <li>• Manejo forestal</li> </ul>
<b>Acciones agroforestales</b>	← Mezcla de proyectos →
<b>Conservación suelos y control de la erosión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación suelos y control de la erosión (agricultura orgánica, infraestructura de control de la erosión)</li> <li>• Recuperación y Conservación Ambiental y de Biodiversidad</li> <li>• Aprovechamiento, Manejo y Conservación de Suelos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

#### **6.4.1 Proyecto Manejo de desechos sólidos**

El objetivo general del subproyecto de manejo de desechos sólidos es el de minimizar los efectos negativos de la disposición inadecuada de los mismos sobre el medio ambiente, en especial el recurso hídrico. El fin es recuperar la calidad de este recurso, mejorar el saneamiento ambiental, mejorar la estética del paisaje y prevenir enfermedades en las poblaciones de la cuenca, entre otros.

Se deben identificar los focos de contaminación de desechos sólidos. Para el caso de la subcuenca del Río Ciruelas, estos se ubican especialmente en los márgenes de los ríos cercanos a las áreas urbanas. Como lo sugiere SEMARNAT (2001), un programa

de GIRSM<sup>10</sup> deberá involucrar a todos los sectores de la comunidad en las acciones a emprender; lo cual sugiere sistematizar actividades, definir funciones y responsabilidades de los participantes, generar información y llevar a cabo una gestión transparente en la toma de decisiones y en el ejercicio de los recursos.

Cada comunidad debe desarrollar y aplicar el programa de acuerdo con sus características y capacidades, sin importar la magnitud de su problemática y/o abundancia o carencia de recursos o financiamiento. A continuación se proponen los elementos básicos que debe contener el Programa de Manejo de los Desechos Sólidos para la subcuenca del Río Ciruelas a partir de los propuestos por SEMARNAT (2001) y aplicados al caso de la cuenca en cuestión:

- ✓ *Nombramiento de los responsables del proceso de diagnóstico*, planeación, desarrollo y puesta en operación del programa. Se recomienda nombrar un funcionario responsable por parte de las comunidades, aunque se podría dar el caso que diferentes funcionarios fuesen responsables de cada uno de los proyectos específicos; por esta razón pueda que sea necesaria la creación de una unidad coordinadora del programa.
- ✓ *Definición de las condiciones de trabajo*, integración del equipo, mecanismos de consulta a implementar, calendarización de las tareas de las diferentes etapas e integración del reglamento respectivo de trabajo.
- ✓ *Establecer un grupo de trabajo con los representantes de todos los sectores* involucrados en el manejo de los desechos sólidos que apoye el desarrollo del programa, su seguimiento y continuidad a través de los cambios administrativos.
- ✓ *Elaboración del diagnóstico de la situación de los desechos sólidos* en las localidades, identificando problemas y oportunidades que sirvan de apoyo a la determinación de estrategias y acciones a seguir.
- ✓ *Llevar a cabo la planificación*, en el que participen las autoridades de los municipios que se encuentran en la subcuenca y los sectores involucrados.

---

<sup>10</sup> Gestión integral de residuos sólidos municipales.

- ✓ *Desarrollo del Programa de Manejo de los Desechos Sólidos* para la subcuenca del Río Ciruelas, a partir de la información generada en la planificación.
- ✓ Presentación del programa a la comunidad con el fin de que sea reconocido por la comunidad y tenga una aceptación significativa.
- ✓ Adecuación del programa y elaboración de la versión definitiva.
- ✓ Implementación y desarrollo del programa como parte del Proyecto Piloto Demostrativo
- ✓ Evaluación y adecuación del programa
- ✓ Puesta en operación del Programa de Manejo de los Desechos Sólidos para la Subcuenca del Río Ciruelas.
- ✓ Seguimiento, evaluación y modificaciones necesarias para el buen funcionamiento del programa.

#### **6.4.1.1 Proyecto de Tratamiento de aguas residuales**

El objetivo de realizar un tratamiento de aguas residuales es la reducción máxima de las aguas contaminadas que alcanzan el cauce de los ríos o los mantos acuíferos de la cuenca. De esta forma se logra recuperar el recurso hídrico para el uso en las actividades antrópicas y la biodiversidad que depende del flujo natural de la misma, así como la prevención de enfermedades infecciosas transmitidas por patógenos.

Al igual que con los desechos sólidos, es necesario ubicar y detallar los focos de contaminación de aguas residuales. Según los estudios observados en el diagnóstico, la mayoría de las industrias cafetaleras, porquerizas y lecherías vierten sus aguas residuales a los cauces de los ríos de la subcuenca. Otro foco de contaminación son algunas de las comunidades que no solo vierten las aguas residuales, sino también las aguas negras.

Identificados dichos focos, se procede a caracterizarlos de acuerdo al tipo de agua residual que produce la contaminación y determinar el tipo de tratamiento que se debe realizar para purificar al máximo esta agua. En algunos casos se tendrán que establecer plantas de tratamiento de aguas residuales en el lugar de origen de los mismos, como

es el caso de las diferentes industrias, las porquerizas y las lecherías cuya producción es bastante considerada. En otros casos se pueden trasladar estas aguas a una planta cercana; como por ejemplo trasladar las aguas negras y residuales de una comunidad a una única planta de tratamiento.

#### **6.4.1.2 Proyecto para la Protección Forestal y Reforestación, Ríos y Nacientes**

Dentro de este subproyecto se incluyen todas las acciones orientadas a la preservación y/o recuperación de la cobertura vegetal que protege las vertientes, evitando de esta forma su erosión y posterior acumulación de sedimentos en los ríos de la cuenca. En el caso de la subcuenca del Río Ciruelas, se trata principalmente de actividades silviculturales y manejo de los bosques naturales. Esto implica la proposición de una serie de pasos a seguir: instalación de viveros donde se siembran los árboles para el programa de reforestación, lograr acuerdos con los finqueros y propietarios de los terrenos destinados para dicho fin y el control del pastoreo en áreas de pendiente con altos grados de erosión, entre las actividades más importantes.

Este proyecto estará a cargo del Comité Técnico Ambiental, a través de sus nexos no el MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía), Universidad Nacional (UNA) y el FONAFIFO<sup>11</sup>, mediante el Pago de Servicios Ambientales<sup>12</sup>. Asimismo, se debe contar con el apoyo de las municipalidades locales y la comunidad.

A continuación se presentan las actividades de reforestación y protección forestal que deben incluirse dentro de este subproyecto:

- ✓ Establecimiento de pequeños viveros en colaboración con las escuelas, colegios y comunidades de la cuenca.

---

<sup>11</sup> **FONAFIFO**, es un órgano de desconcentración máximo dentro de la estructura organizativa de la administración forestal del Estado, con personería jurídica instrumental, de tal manera que esta autorizada para hacer cualquier tipo de negocio jurídico lícito no especulativo o requerido para la debida administración de los recursos de su patrimonio, incluyendo la constitución de fideicomisos.

<sup>12</sup> **Pago de Servicios Ambientales (PSA)**: El Programa de PSA, es promovido por FONAFIFO y se brinda como una retribución económica a los propietarios de terreno que poseen bosques o que deseen establecer plantaciones forestales, por los servicios ambientales que estos recursos le brindan a la sociedad.

- ✓ Establecimiento de parcelas experimentales demostrativas en terrenos tanto públicos como privados, para la recuperación de terrenos degradados, con el uso de especies nativas de la zona y de rápido crecimiento, según lo establecen las categorías de zonas de vida y las características de propias de pendiente y suelo.
- ✓ Establecimiento de “parques forestales” para la recreación y educación en lugares cercanos a las comunidades para su aprovechamiento no solo en materia de conservación, sino también para actividades de esparcimiento y contribuir a embellecer el paisaje.
- ✓ Efectuar campañas de reforestación en áreas aledañas a los ríos presentes en la cuenca con el fin de proteger los cauces y evitar la erosión, favorecer la infiltración y contribuir a la belleza escénica.
- ✓ Capacitación de personal y comunidades del área de la cuenca para realizar labores de vigilancia y protección forestal, con lo que se pretende evitar la destrucción de los bosques y la cobertura vegetal. Para supervisar dichas actividades es posible coordinar con el Comité Técnico Ambiental para crear una subcomisión que tenga este objetivo.
- ✓ Aplicación de la Ley Forestal (Nº 7575) y la Ley Orgánica del Ambiente (Nº7554) para castigar a los infractores y aquellas personas que directa o indirectamente fomenten el deterioro de los recursos naturales de la cuenca.

Todos estos aspectos se fundamentan en que la cobertura vegetal, los recursos naturales y la importancia agroecológica e hídrica de la cuenca, deben ser restaurados, protegidos y manejados adecuadamente. Las acciones estratégicas indicadas servirán para garantizar la permanencia de los recursos, su aprovechamiento racional y su restauración efectiva e inmediata.

#### **6.4.1.3 Programa Acciones Agroforestales**

Como se observó en el diagnóstico de la subcuenca del Río Ciruelas, uno de los mayores problemas es la degradación de los recursos naturales producto de la poca, o mas bien nula, planificación de los usos de la tierra. Según las características de la

cuenca, y al ser ésta considerada en proceso de restauración y de vocación en parte agrícola, se hace necesario introducir sistemas agroforestales dentro de la planificación para su posterior desarrollo en el área de estudio. Los sistemas agroforestales consisten en un conjunto de técnicas de manejo de la tierra que implican la combinación de árboles con cultivos agrícolas o ganadería. La combinación puede ser simultánea o distribuida en el tiempo y espacio. El objetivo de dichas actividades es optimizar la producción por parcela de una manera sostenible, aprovechando los bienes y servicios brindados por la arborización.

Existe una gran variedad de sistemas agroforestales, por lo que se requieren realizar una serie de estudios e investigaciones para determinar las combinaciones óptimas. Se deberán hacer análisis exhaustivos en cuanto a oportunidades y combinaciones posibles, tomando en cuenta las condiciones actuales de uso de la tierra, capacidad de uso y conflicto. Para efectuar dichos estudios y el manejo en general de las actividades concernientes a los sistemas a implementar, se propone la creación del Comité Técnico Agroforestal; éste se encuentra conformado de una forma muy similar al Comité Técnico Ambiental, con representantes de las entidades estatales, privadas y comunales.

La finalidad de cualquier proyecto agroforestal es la recuperación y conservación del ecosistema, al mismo tiempo que se buscan satisfacer las necesidades socioeconómicas los agricultores y ganaderos de la subcuenca. Debido a estas circunstancias, Mendieta (1989) establece que la implementación de cualquier actividad agroforestal requiere de una planificación adecuada, para lo que se propone lo siguiente:

- ✓ *Estudio de las necesidades existentes y análisis de las limitaciones económicas, la infraestructura y organización de los grupos o personas interesadas en llevar acabo este tipo de actividad.*

- ✓ *Decisiones sobre los sistemas agroforestales más apropiados para las necesidades de las comunidades*, el entorno ecológico y para los mercados existentes.
- ✓ *Selección de las técnicas agroforestales*, incluyendo la planificación de las épocas de siembra y de cosecha con el fin de maximizar producciones, tanto árboles, como cultivos agrícolas.
- ✓ *Previsiones para obtener informes sobre la producción y fertilidad del suelo*, la misma que será utilizada para mejorar el sistema.

Al implementar los programas de agroforestería es necesario realizar capacitaciones a los técnicos de las instituciones involucradas en el manejo y utilización de los recursos naturales. Posteriormente estas alternativas deben ser transmitidas a los agricultores y habitantes de la subcuenca y se debe fomentar una política de administración sostenible de la tierra que aumente la producción global y que sea compatible con el espacio y la cultura autóctona. Para un mayor acercamiento a los agricultores y una mejor aceptación de los mismos en cuanto a las técnicas agroforestales, se propone establecer “parcelas demostrativas” que permiten transmitir el conocimiento y las ventajas del sistema agroforestal, como: un aprovechamiento más eficiente del espacio, protección del suelo, estabilización de la población rural reduciendo la presión sobre los bosques y las migraciones, beneficios biológicos, sociales y económicos.

A través de la aplicación de los sistemas agroforestales, se busca optimizar la productividad de los sistemas agrícolas, a través de una relación equilibrada entre la capacidad, el esfuerzo invertido y las técnicas aplicadas para el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales, con lo que se pretende:

- ✓ Mejorar las condiciones de manejo de los cultivos compatibles con las características del medio, tomando en consideración la zonificación propuesta.
- ✓ Utilización de las tierras actualmente bajo cultivo de subsistencia, para cultivos permanentes, capaces de mejorar las condiciones económicas de agricultores.

- ✓ Introducción de técnicas silvo-pastoriles de mayor eficiencia para el mejoramiento de la productividad en los ecosistemas de pastizales, tanto en términos de mejoramiento de potreros como de rebaños.

Con el fin de garantizar una mejor utilización de la tierra en la cuenca, el Comité Técnico Agroforestal deberá realizar los siguientes pasos:

- ✓ Campaña divulgativa sobre las ventajas de los sistemas agroforestales
- ✓ Realizar cursos y talleres-seminarios sobre la ciencia agroforestal, su implementación y ventajas, a varios niveles.
- ✓ Evaluación de prácticas agrícolas de campesinos y ganaderos locales que incluyan componentes de árboles (pasto y cultivos con árboles) para realizar pequeños estudios de caso y trabajar en base a las condiciones estudiadas.
- ✓ Establecimiento de parcelas demostrativas.

Las mejoras a esperarse son principalmente de carácter económico directo para los agricultores, reducir el impacto de los procesos erosivos y de deterioro de los recursos naturales de la cuenca.

#### **6.4.1.4 Programa para la Conservación de Suelos y Control de la Erosión**

Se propone que este programa sea desarrollado por un Comité Técnico de Conservación de Suelos y Control de la Erosión con representantes claves del MAG, MINAE<sup>13</sup> y el IDA<sup>14</sup>. Debe ser implementado por medio de proyectos piloto en los terrenos de aptitud forestal con pendiente mayor al 15%, ocupado por agricultura y pastos, con problemas serios de erosión.

Para lograr la conservación de suelos y controlar la erosión, es necesario realizar un buen plan que sirva de demostración y motivación para las personas que lo implementan. El objetivo es encontrar un equilibrio entre producción de alimentos,

---

<sup>13</sup> MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía)

<sup>14</sup> IDA (Instituto de Desarrollo Agrario)

servicios y conservación de las condiciones ecológicas de la cuenca. Entre las actividades más importantes, de mayor prioridad y factibilidad, a desarrollarse por parte del comité antes mencionado, se encuentran las siguientes:

1 *Establecimiento de parcelas con prácticas mecánicas de conservación de suelos* para prevenir la erosión, dirigida a los habitantes de las comunidades de la cuenca. Se recomienda realizar estas prácticas en terrenos con pendiente menor a 35% y que en la actualidad se encuentren con un uso de pastoreo extensivo. Bajo estas condiciones se debe incluir las siguientes actividades:

- ✓ Cunetas de ladera
- ✓ Terrazas de árboles frutales
- ✓ Terrazas individuales
- ✓ Construcción de canales protegidos para desviar las aguas de áreas con evidentes problemas de erosión.
- ✓ Construcción de interceptores de baja pendiente en los alrededores de las áreas erosionadas para prevenir o aminorar la escorrentía superficial.
- ✓ Construcción de diques y muros de contención.
- ✓ Corrección de torrentes.
- ✓ Corrección de cárcavas mediante:
  - a. Suavización de taludes y protección con pastos o material orgánico.
  - b. Construcción de barreras dentro de las cárcavas usando materiales disponibles del área para retener sedimentos y permitir que se eleven y restauren.
  - c. Emparejamiento del terreno, si los surcos de erosión no son muy grandes.
  - d. Construcción de taponamientos en la parte alta de la cárcava para retener su progreso.

2. *Prácticas culturales de conservación de suelos incluyendo:*

- ✓ Plantación de barreras vivas con plantas de algún valor comercial tales como zacate de limón, pastos de corte, piña, cabuya, etc.

- ✓ Fomentar y promover los cultivos de café con sombra en combinación con banano y plátano.
- ✓ Cobertura orgánica del suelo con desechos de la cosecha evitando la quema de los mismos.
- ✓ Cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel.
- ✓ Reforestación con árboles maderables, forrajeros y frutales.

3. *Prácticas de incorporación de abono orgánico incluyendo:*

Abono orgánico: incorporación de estiércol de animales y residuos vegetales descompuestos.

Abono verde: incorporando material vegetal al suelo, especialmente leguminosas.

Incorporación al suelo de la mezcla resultante de desechos vegetales, animales y cal.

El impacto de tales obras es evaluable a corto y mediano plazo, al reducir la sedimentación, recuperar y restaurar los suelos y cumplirse todo el programa referente a la estabilización del escurrimiento.

Los cambios necesarios, para mejorar la productividad deben ser propuestos por el equipo técnico, siempre y cuando se cuente con la opinión de los productores. La infraestructura requerida será proporcionada por el presupuesto del proyecto, en primera instancia, pero dada en forma de crédito muy favorable que luego cancelaran, conforme aumenten la productividad generando ganancias. Los productores aportarán la mayoría de la mano de obra y además, se les proporcionará todo el apoyo técnico que sea requerido.

## **6.5 CARACTERÍSTICAS, ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CIRUELAS**

En este apartado se plantea la programación de cada uno de los proyectos planteados para el manejo integral de los recursos de la subcuenca, donde se desagregan las alternativas ,estrategias, acciones de intervención, la zona de acuerdo a la zonificación propuesta y el grupo meta a quien va dirigido y el programa en el que se incorporan.

De acuerdo a la zonificación propuesta plantean 3 grandes programas, donde en la sección de Anexos se adjuntan 6 los proyectos según programa.

Es necesario aclarar que el programa de acciones agroforestales incorpora proyectos de los tres programas, donde las acciones agroforestales se incluyen en la zonificación.

## VII REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 REFLEXIONES

- ✓ Los proyectos propuestos para desarrollar en el Proyecto Piloto Demostrativo están enfocados principalmente para prevenir y mitigar los efectos de la problemática existente en la parte media y alta de la cuenca, por lo que se cree necesario realizar un diagnóstico a profundidad en lo referente a las condiciones de la parte baja de la cuenca, en especial la parte urbana, con el fin de implementar los mismos proyectos y/o plantear unos nuevos, de acuerdo a las condiciones de dicho sitio e integrar una planificación enfocada al ordenamiento territorial. De esta forma se logra un flujo adecuado de la información y la concreción de las actividades a desarrollar en la cuenca y se asegura que la planificación sea irradiada dentro de misma.
  
- ✓ Al desarrollar los diferentes proyectos, se debe considerar una integración lo más efectiva posible en cuanto a las instituciones públicas y privadas y los grupos que participan de todo el proceso de una forma u otra. La creación de oficinas centrales de planificación propias para la cuenca se deben ubicar dentro de la misma; igual con la oficina de información que se propuso. Los funcionarios pertenecientes a las instituciones colaboradoras deben estar en contacto constante con el ente intermediador, siendo éste el Comité de Enlace y los diferentes comités, con el fin de evitar la duplicidad de información y funciones.
  
- ✓ En cuanto a la integración de la comunidad, se deben realizar capacitaciones, talleres, foros, etc. que promuevan la participación e integración de las comunidades en todo el proceso de planificación. Las técnicas de manejo y conservación de suelos, así como el resto de los proyectos, deben ser trabajados en conjunto con la población local y no deben ser impuestos u obligar a los productores a implantarlos. Se debe trabajar de la mano con la población para conocer la forma en que realizan las actividades actualmente, y proponer en conjunto las diferentes soluciones que tengan un resultado positivo y de acuerdo

con los objetivos planteados, en cuanto a la conservación y aumento en el rendimiento de la producción agroforestal.

- ✓ Al ser aprobado el Plan de Manejo de la Cuenca del Río Ciruelas, se debe crear una legislación de acuerdo a lo estipulado y acordado en el mismo, con el fin de justificar y respaldar legalmente las actividades pertinentes al proceso de planificación que se propone en este documento. Es importante considerar en especial las áreas propuestas para manejo restringido y crear toda una legislación que especifique qué actividades son permitidas o no y crear mecanismos para castigar a las personas o los entes que incurran en faltas graves con lo propuesto anteriormente.
- ✓ Las estrategias deben estar bien desarrolladas y enfocadas hacia los diferentes proyectos para que éstos no tengan problemas para ser implementados y estén bien financiados. Es posible buscar capacitación y financiamiento a través de diferentes ONGs y otros organismos internacionales. Será importante investigar acerca de otros planes de manejo propuestas en otras cuencas nacionales e internacionales con el fin de revisar la metodología y observar los factores positivos y negativos con el fin de aprender de ellos para provecho del plan en estudio.
- ✓ Se trabajo con un manejo integral de La cuenca del río Ciruelas, esto principalmente por que los proyectos se establecieron de acuerdo a la zonificación dada en la fase de elaboración de programas y grandes componentes de l plan. Cada proyecto se trabajo de forma integral tanto en las zonas agroforestales como el sector urbano, de forma que se integran las estrategias y acciones de intervención, con la finalidad e contrarrestar los grandes problemas detectados en el diagnóstico de la cuenca.
- ✓ Los proyectos se ajustan a las necesidades de los agricultores, ganaderos y finqueros (sector agropecuario), contando con asesoría técnica de los funcionarios del MAG, IDA, CNP, INA y extensionistas.

- ✓ Los proyectos van orientados a mejorar las condiciones socioeconómicas y físico-naturales de las áreas donde se desarrollan prácticas agrícolas, ganaderas, a fin de mejorar la calidad de vida de los productores de la cuenca en general.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Para la implementación del Plan de Manejo es necesaria la concertación de todos los actores sociales presentes en la cuenca.
- ✓ Es necesaria la participación de un equipo multidisciplinario para el desarrollo del Plan de Manejo.
- ✓ Es precisa la vinculación sistemática e integrada de los proyectos que se desarrollen en la cuenca.
- ✓ Se debe dar seguimiento, evaluación y control de cada uno de los proyectos que se desarrollen en las fincas.
- ✓ Debe haber un compromiso responsable a nivel institucional y corporativo en el cumplimiento de los aspectos acordados (incentivos, propuestas, objetivos, alcances)
- ✓ Se recomienda integrar planes tendientes al ordenamiento urbano ubicado en la cuenca.
- ✓ Es necesaria la integración de los planes reguladores municipales con el plan de manejo de la cuenca, para evitar conflictos futuros.

## VIII BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Banco Interamericano de Desarrollo. (1996). *“Lineamientos para la Preparación de Proyectos de Manejo de Cuencas Hidrográficas”*, M. Basterrechea et al., División de Medio Ambiente, Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible, Washington, D. C., 1996.

Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos*. San José, Costa Rica.

Centro de Investigaciones de los Recursos Hidrobiológicos. (1997) *Plan de Manejo Integral para los recursos hidrobiológicos de la Cuenca de Laguna de Perlas y la Desembocadura del Río Grande*. DIPAL. Managua, Nicaragua.

Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI), (2004):*Programa de Acción Nacional de lucha contra la degradación de tierras / CADETI - 2 ed. - San José, C.R.: MINAE; CADETI*

Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (1998) *Perfil del Plan de Mejoramiento Ambiental de la Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla (PLAMA Virilla)*. CNFL. San José, Costa Rica.

CONCESA, CATIE, Fundación Geotrópica (1999) Programa de Manejo de la Cuenca del Río de Tárcoles. Estudio de Factibilidad. (Cinco volúmenes): San José, (actualización de datos por parte de MINAE.).

Ferreiro Chávez, Oscar E. (1984) *Metodología para la Planificación del Manejo de Cuencas Hidrográficas y su aplicación a la Cuenca del Río Tuis*. Tesis para optar por el Postgrado en Ciencias Agropecuarias y de Recursos Renovables, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

IGN. Hojas topográficas Abra, Barva y Río Grande 1:50.000

INEC. Censo de la Población, 2000.

ITCR. Atlas Digital, 2005.

Ley Forestal 7174. La Gaceta, 16 julio 1990. San José, Costa Rica.

MAG. (1995). *Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica*. Segunda Edición, San José, Costa Rica.

Mendieta Durán, Miguel R. (1989) *Diagnóstico Integral de la Cuenca del Río Danto, La Ceiba Honduras y Acciones Estratégicas para la Formulación de un Plan de Manejo*. Tesis para optar por el Postgrado en Ciencias Agropecuarias y de Recursos Renovables, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Ministerio de Industria, Energía y Minas. (1985) *Proyecto de Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Segundo*. San José, Costa Rica.

Otros datos suministrados por CNFL, ICE, AyA.

Presidencia de la República. (1995). Decreto 2458. Protección de recursos hídricos. La Gaceta, Sn José, Costa Rica.

Ramakrishna, B. (1997). Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas Hidrográficas: conceptos y experiencias. Proyecto GTZ/IICA. San José, Costa Rica.

Ramos O'hara, Jorge A. (1996) *Indicadores de Impacto Ambiental: Plan de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta del Río Virilla*. Tesis para optar por el Postgrado en Ciencias Agropecuarias y de Recursos Renovables, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Sograh Ingenierie SNCC - Gómez, Cageao y Asociados S.A.- SINERGIA 69 S.A. (2000) *Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Reventazón: Proyecto de Manejo de las Áreas Prioritarias*. ICE. San José, Costa Rica.

Stralher, (1977). *Geografía Física*. Ediciones Omega, S.A. Tercera Edición, Barcelona, España.

Tesis: P,Rodríguez UNA. (1996). Tesis para optar por el grado de Licenciado en Ciencias Geográficas: *Análisis geográfico de la contaminación de las aguas del río Ciruelas*. Heredia, Costa Rica.

Unidad de Implementación del Plan de Manejo Integrado de la Cuenca del Río Reventazón. (2001). *Proyectos y Servicios Asociados*. ICE. San José, Costa Rica

## ANEXOS

### PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE LA SUBCUENCA RIO CIRUELAS

#### Anexo 1. Proyecto Manejo de Desechos Sólidos

Proyectos por Área Temática	Objetivo General	Objetivo de la Estrategia	Objetivos Específicos (líneas de acción)	Zona de Aplicación	Actores Involucrados
<b>Manejo de Desechos Sólidos</b>	Minimizar los efectos negativos del manejo y la disposición inadecuada de los desechos sólidos sobre el medio ambiente, a nivel de la Subcuenca.	Implementar un Programa de Gestión Integral de Desechos Sólidos, a nivel doméstico, comercial, agropecuario e industrial.	<p>Realizar un diagnóstico de la situación</p> <p>Identificar puntos o áreas críticas (botaderos, focos de infección, áreas frágiles contaminadas)</p> <p>Realizar talleres educativos o de capacitación, enfocando la problemáticas y sus soluciones dirigidas (a nivel doméstico, agropecuario, comercial e industrial)</p> <p>Enfocar la capacitación, hacia la práctica de procedimientos básicos, como separación, clasificación, rechazo, reutilización de materiales y manejo responsable de la basura</p>	Toda la subcuenca hidrográfica, con énfasis en áreas pobladas y de mayor actividad productiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades en General</li> <li>• Grupos Sociales y Ambientales</li> <li>• Empresarios</li> <li>• Finqueros y productores</li> <li>• Municipalidades</li> <li>• Ministerios Afines</li> </ul>

## Anexo 2. Proyecto Manejo de Aguas Residuales

Proyectos por Área Temática	Objetivo General	Objetivo de la Estrategia	Objetivos Específicos (líneas de acción)	Zona de Aplicación	Actores Involucrados
<b>Manejo de Aguas Residuales</b>	Reducir al máximo la contaminación de los ríos y mantos acuíferos de la subcuenca	Establecer un plan de monitoreo y control de la calidad de las Aguas de la Subcuenca, así como dotar de infraestructuras para el tratamiento de las aguas.	<p>Realizar un diagnóstico en las áreas problemáticas para medir los niveles de contaminación.</p> <p>Coordinar con las municipalidades a través de los gestores ambientales, las capacitaciones sobre la importancia de proteger el recurso hídrico.</p> <p>Coordinar con las municipalidades, AYA y el ICE la disposición de plantas de tratamiento para las aguas</p> <p>Diagnosticar las zonas urbanas con problemas de salidas de aguas negras, jabonosas y grises directamente a los causes de los ríos</p> <p>Mejorar sistemas de alcantarillado y aplicación de buenas prácticas ambientales en las unidades familiares</p>	<p>Aplicable a todas las zonas urbanas y rurales, donde se identifiquen problemas.</p> <p>Aplicar según zonificación en las zonas de agroforestería</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades en General</li> <li>• Grupos Sociales y Ambientales</li> <li>• Empresarios</li> <li>• Finqueros y productores</li> <li>• Municipalidades Ministerios Afines</li> </ul>

### Anexo 3 Proyecto Manejo Forestal

Proyectos por Área Temática	Objetivo General	Objetivo de la Estrategia	Objetivos Específicos (líneas de acción)	Zona de Aplicación	Actores Involucrados
<b>Manejo forestal</b>	Preservar y o recuperar la cobertura vegetal que protege las vertientes, evitando de esta forma su erosión y posterior acumulación de sedimentos en los ríos de la subcuenca.	Implementar programas de reforestación, vinculando finqueros y propietarios de terrenos.  Vincular dentro del proceso a las Municipalidades y sociedad civil y personeros del Sistema Nacional de Areas de Conservación  Coordinar las acciones con los especialistas de Manejo Forestal del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones	Establecer áreas prioritarias para reforestación.  Desarrollar un programa de viveros para la reforestación de la cuenca  Crear un programa de incentivos para los finqueros que participen del programa de reforestación.  Capacitar e informar a la población en general sobre el programa de siembra de árboles del MINAE, para ponerlo en práctica.  Convertir las márgenes de los ríos en zonas de parques lineales como propuesta de mejoramiento del paisaje.	Esto debe realizarse con especial interés en las zonas de agroforestería y usos restringidos de la subcuenca según propuesta de zonificación.	Se involucran tanto las Municipalidades como la sociedad civil, en especial los finqueros, pequeños propietarios y productores de la zona.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerios, personeros de MAG, MINAE – ACCVC</li> <li>• Grupos Organizados Universidades, Colegios y Escuelas</li> </ul>

#### Anexo 4. Proyecto Mantenimiento de Ríos y Nacientes

Proyectos por Área Temática	Objetivo General	Objetivo de la Estrategia	Objetivos Específicos (líneas de acción)	Zona de Aplicación	Actores Involucrados
<b>Mantenimiento de Ríos y Nacientes</b>	Mejorar la calidad del Agua de la subcuenca	Implementar programas de monitoreo de la calidad de las aguas.	Dotar a la subcuenca de plantas depuradoras para el mejoramiento de la calidad del agua	Esto debe realizarse con especial interés en las zonas de agroforestería y usos restringidos de la subcuenca según propuesta de zonificación.	Se involucran tanto las Municipalidad es como la sociedad civil, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerios, personeros de MAG, MINAE – ACCVC</li> <li>• Grupos Organizados Universidades Colegios y Escuelas</li> </ul>
		Vincular dentro del proceso a las Municipalidades y sociedad civil y personeros del Sistema Nacional de Áreas de Conservación	Establecer puntos de monitoreo y control		
		Coordinar las acciones con los especialistas de la materia en las Universidades públicas.	Reforzar la vigilancia y control de la calidad de las aguas por parte de las municipalidades en un trabajo conjunto con las Universidades que cuentan con los laboratorios para medición de calidad de las aguas.		
		Implementar un programa de capacitación sobre la importancia de los recursos hídricos en especial nacientes.	Capacitar e informar a la población en general sobre la normativa vigente y como establecer denuncias por abusos en el manejo de las aguas de ríos y nacientes.		
		Crear un comité específicamente orientado a vigilar y controlar las nacientes y ríos de la subcuenca.	Reforestar las márgenes de los ríos y zonas donde se localicen nacientes.		
			Asignar labores al comité de vigilancia y capacitarlo en tema de denuncia ambiental y aplicación de multas.		

### Anexo 5 Recuperación y Conservación Ambiental y de Biodiversidad

Proyectos por Área Temática	Objetivo General	Objetivo de la Estrategia	Objetivos Específicos (líneas de acción)	Zona de Aplicación	Actores Involucrados
<b>Recuperación y Conservación Ambiental y de Biodiversidad</b>	Garantizar la preservación de la calidad ambiental y riqueza biológica a nivel de la subcuenca, con énfasis en la recuperación de la cuenca alta y media, repercutiendo de forma positiva sobre la calidad del suelo, aire y agua.	Establecer usos del suelo que favorezcan la conservación y mejoramiento de la calidad ambiental, paisajística y al mismo tiempo permitan el desarrollo de actividades económicas o productivas sostenibles	<p>Proponer espacios de protección absoluta de conformidad con los alcances de la legislación ambiental costarricense en márgenes de ríos, quebradas, nacientes y zonas de recarga acuífera.</p> <p>Incorporar prácticas agrícolas y silviculturales amistosas con el ambiente, bajo un enfoque de sostenibilidad integral (abarcando dimensión social, económica y ambiental)</p> <p>Desarrollo de proyectos con participación comunitaria y de género, incorporando a los diferentes actores sociales de la cuenca (viveros, charlas, campañas de reforestación, etc)</p> <p>Implementar prácticas silvopastoriles y agroforestales, que favorezcan el uso y conservación del recurso suelo e hídrico, reduciendo el consumo de agroquímicos en general.</p>	Toda la cuenca, con énfasis en zonas de protección (márgenes de ríos, quebradas, manantiales, áreas de recarga acuífera, áreas de bosque y fincas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MINAE – ACCVC</li> <li>• Municipalidades</li> <li>• Grupos Organizados</li> <li>• Universidades Colegios y Escuelas</li> </ul>

### Anexo 6. Proyecto Aprovechamiento, Manejo y Conservación de Suelos

Proyectos por Área Temática	Objetivo General	Objetivo de la Estrategia	Objetivos Específicos (líneas de acción)	Zona de Aplicación	Actores Involucrados
<b>Aprovechamiento, Manejo y Conservación de Suelos</b>	Elaborar un Plan de Manejo y Conservación de Suelos, a partir de un proceso de identificación en detalle de las condiciones de procesos erosivos y pérdida de fertilidad en suelo a nivel de la cuenca.	Buscar un equilibrio entre actividades humanas productivas, domésticas o de conservación, fundamentado en las buenas prácticas agrícolas y usos alternativos del recurso suelo, incorporando a todos los actores involucrados con este recurso	<p>Establecimiento de parcelas con prácticas mecánicas de conservación de suelos para prevenir la erosión, dirigida a los habitantes de las comunidades de la cuenca</p> <p>Impulsar Prácticas culturales de conservación de suelos incluyendo técnicas de manejo de aguas pluviales, uso de sombra en cultivos, estabilidad de taludes y monitoreo preventivo.</p> <p>Promover el uso progresivo de abonos orgánicos en la producción agrícola, o bien impulsar un uso sostenible de los insumos agrícolas</p>	Aéreas de Cultivo Zona de uso Agroforestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MINAET – ACCVC</li> <li>• MAG</li> <li>• Ministerio de Salud</li> <li>• Finqueros y Productores</li> <li>• Organizaciones Sociales</li> <li>• Municipalidades</li> </ul>

