

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



TESIS

**“PLANIFICACIÓN DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ZANJÓN
AMATILLO, AGUA BLANCA, JUTIAPA”**

JAIRO RENATO CONTRERAS CORADO

GUATEMALA, JULIO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

TESIS

**“PLANIFICACIÓN DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ZANJÓN
AMATILLO, AGUA BLANCA, JUTIAPA”**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVESIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JAIRO RENATO CONTRERAS CORADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO

DE LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.Sc. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. I. Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	Perito Agr. Cristian Alexander Méndez
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, julio de 2016

Guatemala, julio de 2016.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración el trabajo de graduación titulado:

**“PLANIFICACIÓN DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
ZANJÓN AMATILLO, AGUA BLANCA, JUTIAPA”**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el trabajo realizado, llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Jairo Renato Contreras Corado

ACTO QUE DEDICO

A Dios

Ser supremo y creador nuestro y de todo lo que nos rodea. Por nunca permitir darme por vencido, a pesar de lo difícil de las situaciones y por bendecirme en cada uno de los días de mi vida.

A mis padres

Ronaldo Contreras Quintanilla y Elisa Corado Montepeque, por apoyarme todos los días de mi vida tanto como estudiante como profesional. Este éxito es suyo también. Que esto sea una firme muestra del gran agradecimiento que tengo hacia ustedes por el esfuerzo constante que tuvieron, tienen y tendrán conmigo.

A mis abuelos

Felipe Contreras (QEPD), María Teresa Quintanilla (QEPD), Adolfo Corado Barrera, Leonor Montepeque (QEPD), por llenar mi vida de enseñanzas y de comprensión. Por siempre tener sus brazos abiertos para cada uno de sus nietos y por ser una parte esencial de nuestro desarrollo integral.

A mis hermanos

Luis Pedro, Guilmar Ronaldo, Elisa Dinora y Claudia Maria por su apoyo incondicional durante toda mi vida especialmente en los momentos más difíciles que debido a afrontar.

A mi esposa

Ingrid Eluvia Ajanel Ardon por estar a mi lado en todo momento y darme el mejor regalo que pueda haber tenido: Santiago.

A mi hijo

Santiago Renato Contreras Ajanel para que este logro te sirva de inspiración para lograr este y muchos más en tu vida.

A mis sobrinos

Luis Ronaldo Valdizón Contreras y Joaquín Alejandro Contreras Corado, por ser la alegría de mis días, todo mi amor para ustedes. Que este triunfo sea de ejemplo para que no dejen de creer en alcanzar sus metas.

A mi familia

A cada uno de mis tíos, tías, primos, primas, sobrinos y sobrinas, gracias por su apoyo incondicional y por su amor a pesar de las dificultades.

**A la Escuela Nacional
Central de Agricultura**

El alma mater que me enseñó todo lo que sé y he aplicado en los ámbitos personales y profesionales. Porque me enseñó más que solo agronomía también me enseñó a vivir.

**Al ingeniero Edgar
Fernando Navas Gálvez
(QEPD)**

Por toda los conocimientos y sabiduría que me traslado durante el tiempo que fue mi mentor.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios del pueblo de Guatemala.
Facultad de Agronomía	Por ser mi segunda alma mater donde logre un mayor desarrollo profesional.
Mis amigos	En especial a Mónica Aldana, Brenda García, Alba Solares, Marco Tax, Benedicto Lucas, Guillermo González, Gerson De León, Randolpho Santizo, Jorge García, Flavio Pinto, Jorge Sandoval, Víctor Tumax, a la promoción 97-99 de la ENCA y a la promoción 2000 de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Mis padrinos	Anibal Contreras, Rolando Corado y Edwin Cano por siempre brindarme apoyo incondicional a lo largo de mi vida y carrera universitaria. Gracias por ser un ejemplo a seguir y espero un día llegar a ser tan buen profesional como lo han sido hasta el día de hoy.
Al municipio de Agua Blanca, Jutiapa	Gracias a todos los habitantes de tan especial municipio por el apoyo hacia mi formación profesional.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCION	2
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
4. MARCO TEÓRICO	4
4.1 MARCO CONCEPTUAL	4
4.1.1 Definiciones	4
4.1.2 Factores que determinan la capacidad de uso de la Tierra	12
4.1.3 Categorías de capacidad de uso	14
4.1.4 Matrices de decisión y asignación de categorías de uso	16
4.1.5 Modificación de la capacidad de uso de la tierra por los factores modificadores	17
4.1.6 Procedimiento general para la realización de los estudios de capacidad de uso con la metodología descrita	18
4.1.6.1 Primera fase de gabinete.....	18
4.1.6.2 Fase de campo	20
4.1.6.3 Segunda fase de gabinete	21
4.1.7 Consideraciones con respecto al uso de las técnicas cartográficas y aerofotográficas en función de la superficie de estudio	22
4.1.8 Sistemas De Información Geográfica	25
4.1.9 Conceptos de la información espacial	26
4.1.10 Categorías de datos espaciales.....	26
4.1.11 Comparación entre métodos vectoriales y raster	27
4.1.12 Inventario forestal	27
4.1.13 Tipos de inventario forestal.....	28
4.1.14 Selección del diseño de muestreo	28
4.1.15 Estratificación	29
4.1.16 Selección de tamaño y forma de la parcela e intensidad del muestreo	29
4.1.17 Ordenación forestal.....	29
4.1.18 Condiciones mínimas del bosque ordenado	29
4.1.19 Manejo forestal	31

CONTENIDO	PÁGINA
4.1.20 El manejo forestal sostenible	31
4.1.21 Plan de manejo forestal	31
4.2 MARCO REFERENCIAL.....	33
4.2.1 Descripción del área	33
4.2.2 Vías de acceso	34
4.2.3 Condiciones climáticas	34
4.2.4 Rango de elevación	35
4.2.5 Zonas de vida	35
4.2.6 Características edáficas.....	35
4.2.7 Hidrología de la microcuenca	35
4.2.8 Fisiografía	35
5. OBJETIVOS.....	36
5.1 Objetivo General	36
5.2 Objetivos Específicos	36
6. METODOLOGÍA	37
6.1 Descripción del área	37
6.2 Primera Fase De Gabinete	37
6.3 Fase De Campo	39
6.4 Segunda Fase De Gabinete.....	40
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
7.1 Información Socioeconómica	43
7.2 Mapa de intensidad de uso de la tierra o mapa de conflictos	53
7.3 Mapa de Uso Actual de la tierra	54
7.4 Mapa de capacidad de uso de la tierra	55
7.5 Análisis social.....	56
7.6 Plan de manejo de las áreas detectadas	59
8. CONCLUSIONES	68
9. RECOMENDACIONES	69
10. BIBLIOGRAFÍA	70
11. ANEXOS	71

1. RESUMEN

Como parte del proceso del Ejercicio Profesional Supervisado se definió la necesidad de desarrollar el presente trabajo para poder generar un documento que pueda dar una idea de cómo se encuentra la microcuenca en relación al uso de la tierra y los factores socioeconómicos más importantes dentro de esta.

Dentro del presente trabajo se describe a la microcuenca “Zanjón Amatillo” la cual se encuentra ubicada en el municipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa, en el cual se detalla la forma en que la tierra está siendo utilizada: Un 86.41% del área total de la microcuenca se encuentra son sobreuso, esto debido a que no se tienen una adecuada capacitación y manejo de las tierras con vocación tanto forestal como agrícola dentro de la zona.

Es importante también resaltar la falta de inversión en infraestructura tanto de educación como en salud y sanidad pública dentro de la microcuenca, ya que se cuenta con solamente un instituto de nivel básico y diversificado y las gran cantidad de niños afectados por enfermedades intestinales y respiratorias.

El plan de manejo propuesto puede llevarse a ejecución a través de la participación activa de todos los agricultores que ven la necesidad de mejorar tanto la calidad de vida dentro de la microcuenca como la calidad de las tierras y diversificarse en los productos a producir dentro de dichas áreas.

Es deber de todos los pobladores actuar para mejorar las condiciones de vida dentro de la microcuenca.

2. INTRODUCCION

La planificación del uso de la tierra de acuerdo a su capacidad es una acción que debe ser tomada en cuenta con el objetivo de mejorar la productividad, tanto social, económica y ambientalmente. Esto se debe a que Guatemala es un país con vocación forestal y según el Instituto Nacional de Bosques –INAB- en su mapa de cobertura vegetal del año 2006, la mayor parte del país se encuentra deforestada (64.50%), esto debido a la falta de ordenación de tierras.

Para realizar una planificación de uso de la tierra se deben evaluar ciertos elementos tales como la pendiente del terreno, la profundidad del suelo, drenaje, pedregosidad, uso actual, etc.; esto para determinar si las tierras están en sobreuso, subuso o están a capacidad y si no lo están poder clasificar las tierras según su vocación y poder obtener los mejores rendimientos sin hacer que el suelo y el ambiente se degraden.

La microcuenca del río Zanjón Amatillo tiene un área de 6154.70 Ha, las cuales existe solamente el 20% de cobertura boscosa por lo que se va a proponerla mejora de las áreas estratégicas como las cercanas al área protegida del volcán y laguna de Ipala debido a que forman parte del parte-aguas de la microcuenca.

Además de contar con esta área protegida cuenta también con excelentes suelos de vocación agrícola, tanto para siembra de cereales como siembra de vegetales, así también excelentes suelos para desarrollo de plantaciones y masas boscosas para captación hídrica, debido a que el parte-aguas también es una importante área de recarga hídrica para las comunidades cercanas a la microcuenca, tales como Agua Blanca, El Tempisque, Panalvía y Tres Ceibas, entre otras.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El reordenamiento territorial es la forma en que se clasifican las tierras de acuerdo a su capacidad de uso, en el que se evalúa el uso actual e intensidad de uso de la tierra, para proponer un plan de manejo de estas, lo que conlleva al reordenamiento.

La falta de ordenamiento territorial a nivel local y a nivel nacional, la falta de una práctica de ordenación provoca degradación del suelo, lo que conlleva la baja fertilidad, disminución de la producción agrícola, la pérdida de ecosistemas y especies de flora y fauna, algunas veces endémicas. Esto es debido a la falta de orientación en la ubicación de áreas para siembras agrícolas y uso para potreros. También ha sido obviado por las autoridades encargadas, el apoyo para la adquisición de tecnología; no existen acciones concretas en lo que concierne a actividades de reordenamiento territorial dentro de las microcuencas y estudios sobre el tema.

El municipio de Agua Blanca se caracteriza por estas prácticas de producción agrícola y pecuaria, que se desarrollan en áreas con vocación forestal, tal el caso de la siembra de maíz y frijol sobre laderas de montañas que poseen alrededor de 60% de pendiente. Por la sobreutilización de estas tierras se ha provocado una disminución de la cobertura forestal, avance de la frontera agrícola y degradación de recursos asociados, suelo y agua, y por consiguiente una disminución de la productividad potencial del suelo por lo que se convierten en áreas no aptas (con escasa o poca vocación para estas actividades).

Todo este panorama se debe en gran manera debido a la mal distribución de grandes extensiones de tierras con vocación agrícola en pocas personas y las tierras con vocación forestal (extensiones pequeñas de tierra, como en el caso de los linderos del área protegida), distribuidas en muchas personas. Por lo tanto todos estos factores amenazan con el desarrollo sostenible dentro y fuera del área protegida de la laguna de Ipala, localizada dentro de esta microcuenca.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Definiciones

4.1.1.1. Suelo

El suelo es un sistema natural desarrollado a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos bajo la influencia del clima y de los medios biológicos, se diferencia en horizontes y suministra los nutrientes y el sostén que necesitan las plantas al contener cantidades adecuadas de aire y agua (2).

4.1.1.2. Tierra

Área geográfica que comprende el ambiente incluyendo el clima, relieve, hidrología y vegetación. Entre sus componentes se encuentran las actividades humanas. Es un concepto amplio que incluye al mismo suelo (2).

4.1.1.3. Uso de la tierra

Descripción de las formas de uso de la tierra. Puede ser expresado a un nivel general en términos de cobertura vegetal. A un nivel más específico se habla de tipo de uso de la tierra, el cual consiste en una serie de especificaciones técnicas dentro de un contexto físico, económico y social (2).

4.1.1.4. Uso potencial

Uso virtualmente posible con base en la capacidad biofísica de uso, y las circunstancias socioeconómicas que rodean a una unidad de tierra. Indica el nivel hasta el cual se puede realizar un uso según la supuesta capacidad del suelo, bajo las circunstancias locales y actuales. Bajo este contexto, el uso potencial es menos intensivo o de igual intensidad que el uso a capacidad, pero nunca más intensivo (2).

4.1.1.5. Capacidad de uso

Se lleva a cabo durante la determinación en términos físicos del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos, coberturas y tratamientos, generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar el deterioro físico del suelo (2).

4.1.1.6. Intensidad de uso

Es la categorización de las unidades de tierra dentro de tres posibles agrupaciones: uso correcto de la tierra, sobreuso de la tierra, subuso de la tierra (2).

4.1.1.7. Uso correcto de la tierra

Uso que indica que no hay discrepancia entre la capacidad de uso de la Tierra y el uso que actualmente se le está dando (2).

4.1.1.8. Sobreuso de la tierra

Uso de una unidad de tierra a una intensidad mayor a la que soporta en términos físicos (2).

4.1.1.9. Subuso de la tierra

Uso de una unidad de tierra a una intensidad menor que la que es capaz de soportar en términos físicos (2).

4.1.1.10. Clasificación de tierras por capacidad de uso

Se refiere a un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas y comienza por la distinción de unidades de mapeo, que permite hacer algunas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo. Se refiere sólo a un nivel máximo de aplicación del recurso suelo, sin que este se deteriore, con una tasa más grande que su tasa de formación. En este contexto el deterioro del suelo se habla sobre todo del arrastre y transporte hacia abajo de la pendiente de las partículas del suelo por la acción del agua precipitada (2).

4.1.1.11. Evaluación de tierras

Es la actividad que describe e interpreta aspectos básicos del clima, vegetación, suelos y otros aspectos biofísicos y socioeconómicos para identificar probables usos de la tierra, para luego compararlos con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible. La aptitud de la tierra es su idoneidad para un determinado tipo de aprovechamiento (2).

4.1.1.12 Planificación de uso de la tierra

Evaluación sistemática del potencial de tierras y agua, modelos alternativos del aprovechamiento y otras condiciones físicas, sociales y económicas con el fin de seleccionar y adoptar las opciones de aprovechamiento de la tierra que sean más beneficiosas para los usuarios de tierras, sin degradar los recursos, el ambiente junto con la selección de las medidas más adecuadas para fomentar esas formas de aprovechamiento de la tierra (2). Ordenación de características espacialmente distribuidas las cuales pueden ser definidas por puntos, líneas o áreas; el sistema de puntos puede agrupar toda aquella información cuyo atributo pueda representarse por un punto (poblados, represas), el sistema de líneas contempla información de líneas (sistema de carreteras, líneas de transmisión) y el sistema de áreas es aquel que representa mediante polígonos áreas específicas (superficie de cultivos, áreas boscosas) (6).

La necesidad de la planificación de uso de la tierra surge frecuentemente de presiones y necesidades cambiantes en las que participan usos competitivos sobre una misma

superficie de tierra. La función de la planificación del uso de la tierra es orientar las decisiones al respecto, de manera que el hombre haga el uso más beneficioso de los recursos naturales, conservándolos a la vez para el futuro. Es así que la planificación debe basarse en una comprensión tanto del medio natural como de las clases de uso de las tierras (8).

La planificación es considerada una etapa en el manejo de los recursos de la tierra. Es la evaluación sistemática del potencial de la tierra y del agua, de las alternativas para el uso de la tierra y las condiciones sociales y económicas de modo de seleccionar y adoptar las mejores opciones de uso. Su propósito es seleccionar y poner en práctica aquellos usos que mejor satisfarán las necesidades de la población y al mismo tiempo salvaguardar los recursos para el futuro. La fuerza conducente en la planificación es la necesidad de cambio, la necesidad de un manejo mejorado o la necesidad de diferentes modelos de uso de la tierra dictados por las circunstancias cambiantes (1).

Esencialmente, la planificación del uso de la tierra es un proceso de decisiones lógicas en el cual los recursos son evaluados en el contexto de los objetivos y las opciones potenciales son identificadas para ser implementadas por el usuario de la tierra. La planificación se basa en la premisa de que los recursos de la tierra varían y que las propiedades y las características de cada área establecen los límites de las posibles opciones de uso. Es necesario un conjunto de procedimientos técnicos sistemáticos para evaluar los recursos y para guiar la elección de aquellas opciones sostenibles y que satisfagan los objetivos de los usuarios de la tierra. Los mercados, la infraestructura y otros factores externos, así como las preferencias personales también son considerados en la toma final de decisiones (1).

La naturaleza y el detalle del análisis y los métodos usados dependen de los objetivos y de los planes de uso de la tierra y de los recursos disponibles. En muchos casos un plan amplio no se prepara en una sola operación, pero sus componentes, definidos ya sea por lugar o por sector, son enfrentados individualmente de acuerdo a la urgencia relativa y a la disponibilidad de recursos (1). Para llevar a cabo una planificación del uso de la tierra con un enfoque en el que se integren criterios de una forma más integral, deberán seguirse las siguientes fases:

a. Identificación de los problemas y Formulación del Objetivo

Para una implementación exitosa del plan se requiere que los objetivos sean claramente formulados. Un objetivo puede ser propuesto como una respuesta a un problema identificado que debe ser solucionado o a una necesidad de cambio o a un desarrollo posterior de la sociedad.

Cuando más claro sea formulado un objetivo, más detallados serán los elementos del plan en lo que hace a los objetivos secundarios, resultados y actividades (1).

El principal objetivo de la planificación del manejo de la tierra es el de llegar a un mejoramiento del uso actual de la tierra y a una secuencia racional de optimización e

intercambio entre los distintos participantes. Los objetivos de los distintos grupos o individuos muy probablemente sean variables y podrían estar en conflicto. Es, por lo tanto, esencial que los distintos interesados sean claramente identificados y que sus objetivos sean claramente definidos (1).

b. Establecimiento de Grupos de Trabajo Multidisciplinarios

Para hacer un plan realista para una política de uso de la tierra debe haber una organización que esté involucrada con el establecimiento del plan y con su implementación. Una organización con este mandato es un grupo de trabajo multidisciplinario. Este es un grupo en el cual sus miembros son representativos de los interesados y de los grupos de interesados. El grupo de trabajo debe tener interés en la solución de los problemas identificados y en alcanzar ciertos objetivos de desarrollo. Las principales funciones de este cuerpo son: coordinación de las actividades importantes, provisión de información a los interesados, concienciación de los interesados, representación de los interesados a los más altos niveles, provisión de una plataforma para negociaciones –incluyendo la resolución de conflictos entre los interesados, toma de decisiones y planificación final, supervisión y evaluación del proceso de planificación y de implementación (1).

Cuando el grupo pertenece realmente a la población local, su creatividad, su iniciativa y su entusiasmo contribuirán en forma importante al resultado final. Esa pertenencia traslada la responsabilidad a la parte de los interesados y en algunos casos incluye una contribución voluntaria de recursos (1).

c. Recolección de Datos e Información

La evaluación sistemática y la planificación de los recursos de la tierra requieren información básica y datos acerca de la tierra, las personas y los servicios de organización y planificación. Esto se aplica a todos los niveles de detalle; sin embargo, la amplitud y la cantidad de información así como su seguridad y precisión varían en forma sensible de acuerdo a la escala y a los objetivos de uso de la tierra. Se aplican cinco principios básicos a la recolección de información para la planificación del uso de la tierra:

- Debe ser dirigida a los objetivos y satisfacer las demandas de los usuarios.
- Debe estar dirigida a ganar conocimientos sobre cómo funciona la tierra y el uso del ecosistema de la tierra, cuales son los procesos involucrados, cómo las propiedades afectan el uso de la tierra y cuál es el impacto de los cambios en el uso de la tierra sobre los recursos de la tierra.
- Deben ser eficientes, basándose en los datos mínimos y ser flexibles para permitir la recolección de cualquier dato adicional que pudiera ser importante.
- Los datos físicos son necesarios en un formato espacial como mapas u observaciones con georreferenciación; la variación espacial de los recursos de la tierra es la principal justificación para la planificación del uso de la tierra (1).

Lo anterior debe ser un proceso continuo y no un ejercicio único que produzca un plan rígido; los datos iniciales deberían ser usados para formular un plan flexible y que pueda desarrollar el uso de la tierra, el cual podrá ser posteriormente modificado a la luz de nueva información o de acuerdo al cambio de las circunstancias (1).

Para que se realice la planificación de uso de la tierra (planificación espacial) se necesita de un mapa base a una escala apropiada. Muchos tipos de información están relacionados con la escala y son dependientes de la escala. Esto ocurre en especial para la distribución espacial de las características biofísicas en un mapa y para otros factores como la población, la producción o la infraestructura específica para ciertas unidades de mapeo. Debería haber un equilibrio entre la escala y la densidad de información para obtener una utilidad y aplicación óptimas (1).

d. Identificación preliminar y Selección de opciones

Las ideas para las opciones para un mejor uso de la tierra surgirán a través del proceso de planificación a medida que los interesados sugieran cambios y que la información esté progresivamente disponible. La revisión de estas opciones por el grupo de trabajo y el aconsejar a la institución coordinadora debería ser un proceso continuo coherente con la naturaleza reiterativa de la planificación. Sin embargo, en ciertos puntos del programa será necesaria una revisión más formal, involucrando al grupo de trabajo, las instituciones que colaboran, el equipo técnico y también los potenciales donantes (1).

e. Evaluación de los recursos de las opciones identificadas

Los recursos de la tierra deben satisfacer ciertos requerimientos de los cuales muchos son específicos para el tipo de uso de la tierra e incluyen los requerimientos ecológicos del cultivo u otros productos biológicos y los requerimientos del sistema de manejo usado para su producción. La evaluación de la tierra involucra, por lo tanto, la comparación de las propiedades de la tierra con los requerimientos de los posibles tipos de uso de la tierra. La planificación definida o las unidades de la tierra son clasificadas de acuerdo a como son satisfechos esos requerimientos de uso de la tierra. La evaluación se basa en la comprensión de las interacciones entre la tierra y el uso de esta (1).

f. Evaluación de las opciones identificadas

Como resultado de la evaluación física, una serie de opciones de uso de la tierra físicamente adecuadas se deriva de cada unidad de Manejo de la Tierra. Estas opciones deben entonces ser evaluadas de acuerdo a su viabilidad financiera y económica, aceptabilidad social e impactos potenciales en el ambiente. La sostenibilidad de cada opción y las limitaciones para su implementación deberían ser conocidas antes que el grupo proceda a una recomendación (1).

g. Negociación y Decisiones sobre las opciones y Establecimiento de un plan

El resultado de la etapa anterior es la disponibilidad de un rango de opciones de uso, comprendiendo los tipos de usos de tierras o de sistemas de producción para cada unidad de mapeo. Todas esas opciones son físicamente posibles, económica y financieramente viables, socialmente aceptables, no tienen impacto ambiental negativo y las limitaciones que presentan para su implementación pueden ser solucionadas. La selección de la mejor opción o del mejor grupo de opciones, se determina sopesando las alternativas con las metas de los varios grupos de participantes. En muchos casos se espera que el uso de la tierra sea decidido en negociaciones de intercambio y consenso. El grupo de trabajo debe ser el mediador dentro del campo de acción de los participantes tanto para llegar al consenso como también para resolver conflictos (1).

h. Legislación y Cumplimiento de la Ley según el plan

Para satisfacer los objetivos de la planificación, se deben seguir estrategias que permitan una implementación efectiva del plan. Tales estrategias pueden involucrar el uso de incentivos, regulaciones o una combinación de ambos. Los incentivos pueden ser sociales o económicos o relacionados a las estructuras o al conocimiento. La introducción de un enfoque integrado e interactivo a la planificación de uso de la tierra puede proporcionar una oportunidad conveniente para que el gobierno revise sus políticas y estrategias de desarrollo sostenible y de conservación de los recursos naturales (1).

i. Supervisión y evaluación

Es necesario que haya continuidad entre el momento en que se completa el plan de uso de la tierra y la implementación de sus varios componentes. Deberían ser establecidos un plan de supervisión y evaluación que indiquen claramente cuando se implementarán las medidas recomendadas y si es que tienen el impacto deseado. La planificación integrada para el manejo sostenible de los recursos de la tierra no proporciona un modelo para el desarrollo rural sino un proceso reiterativo para llegar a los mejores resultados posibles basados en los objetivos de los interesados.

Una vez que el grupo de trabajo haya coordinado la formulación del plan de uso de la tierra, por ejemplo a nivel local de Grupo de Manejo de la Tierra, este grupo será el que está mejor capacitado para coordinar su implementación y también para coordinar la supervisión de su efectividad. El grupo de trabajo da continuidad y el nexo entre los grupos interesados y las instituciones que apoyan la implementación de los distintos componentes del plan. Del mismo modo que la planificación no puede ser puesta en manos de organismos externos, tampoco lo puede ser la supervisión. Para asegurar adecuadamente que la implementación se cumpla en la forma planificada y esté obteniendo los resultados deseados, es necesario establecer un plan de supervisión y evaluación participativas permitirán a los interesados la identificación de indicadores o de mecanismos de retroalimentación que les permitan saber si la implementación es o no es exitosa (1).

4.1.1.13 Metodología del INAB para Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso

4.1.1.14 División del país en regiones naturales

Con la finalidad de considerar las variaciones geológicas, topográficas, climáticas y edáficas (fisiográficas), así como la influencia que generan estos componentes sobre la capacidad de uso de las tierras, se hizo una división del país en lo que se le denominó regiones naturales. Con ello se pretende evitar resultados divergentes al aplicar de una manera global los distintos niveles de los factores limitantes de la capacidad de uso de la tierra. Siguiendo límites naturales comprendidos entre los componentes fisiográficos (suelo, clima, geología y relieve), se identificaron siete regiones naturales en Guatemala. La delimitación de cada una de las Unidades Naturales, se realizó con el apoyo del Mapa Geológico de Guatemala (IGN) a escala 1:500,000 y del Mapa Hipsométrico de Guatemala (IGN) a escala 1:500,000. La Figura 1 muestra esta separación territorial del país y se hace necesario enfatizar, que esta regionalización, es específicamente para fines de aplicación de la presente metodología de clasificación. Los usos para otros fines debe fundamentarse (3).

Las regiones definidas son las siguientes:

- Tierras De La Llanura Costera Del Pacífico
- Tierras Volcánicas De La Bocacosta
- Tierras Altas Volcánicas
- Tierras Metamórficas
- Tierras Calizas Altas Del Norte
- Tierras Calizas Bajas Del Norte
- Tierras De Las Llanuras De Inundación Del Norte

A continuación se describe la región natural donde se encuentra la microcuenca del río Zanjón Amatillo. La descripción general de cada una de las regiones naturales puede ser leída en los anexos.

- **Tierras Altas Volcánicas**

Lo que se denomina Tierras Altas Volcánicas, comprende principalmente lo que se conoce como altiplano, el cual toma en cuenta tanto la porción occidental y central, así como la que se localiza al oriente guatemalteco. Estas tierras se encuentran parcialmente en los Departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Jalapa, Santa Rosa, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa. Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente el Terciario Volcánico, en donde se incluye Rocas Volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario. Se ha involucrado en esta región, algunas tierras sobre materiales Intrusivos, principalmente Granitos y Dioritas, que se encuentran principalmente al norte de San Marcos, al Norte de Totonicapán y en las proximidades del cauce del río Motagua en la parte nororiental del país. Lo anterior se da como consecuencia de las

evidencias encontradas en similitud de condiciones climáticas y por razones de mapeo a la escala de trabajo que se utilizó en la delimitación de cada una de las regiones. Algunos poblados que se encuentran dentro de la región de las tierras altas volcánicas, son: Comitancillo, Sibilia, Palestina de los Altos, San Marcos, Quetzaltenango, San Francisco el Alto, Totonicapán, todos los municipios del norte de Sololá, Chimaltenango, San Martín Jilotepeque, Antigua G., Guatemala, Palencia, Nueva Santa Rosa, Cuilapa, Jalapa, Monjas, **Agua Blanca**, Esquipulas, Jutiapa, Achuapa, Quezada. En esta región la mayor parte de las tierras están cubiertas con bosques, cultivos de subsistencia, hortalizas (de consumo nacional y exportación), frutales deciduos (3).

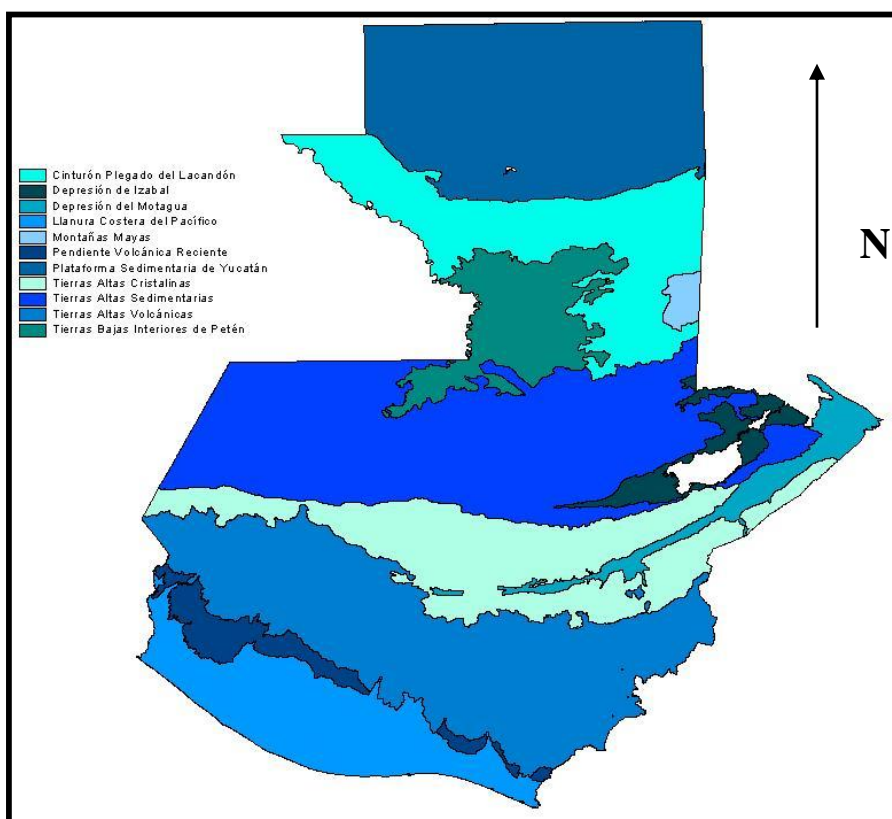


Figura1. División del país en regiones fisiográficas.

4.1.2 Factores que determinan la capacidad de uso de la Tierra

Entre los factores que se consideran como determinantes están la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno, ambos varían en sus rangos dentro de las regiones en que se dividió al país. Adicionalmente se consideran la pedregosidad (superficial e interna) y el drenaje superficial como factores que en forma temporal o permanente pueden modificar la capacidad de uso de la tierra. Estos cuatro factores fueron considerados dentro del esquema adoptado en virtud de que, a juicio de expertos, son los que principalmente definen la aptitud física para el crecimiento, manejo y conservación, de una unidad de tierra cuando es utilizada para propósitos específicos como usos de naturaleza forestal y agroforestal. Como ya fue mencionado, la metodología adoptada utiliza únicamente variables físicas, pendiente, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad y drenaje, las que se describen como sigue:

a. Pendiente

Se refiere al grado de inclinación de los terrenos (unidades de tierra) expresado en porcentaje. Los rangos de pendiente son variables dentro de cada una de las regiones naturales que se han definido en la presente metodología. A nivel de gabinete se estima por medio de técnicas cartográficas utilizando mapas de curvas a nivel. En el caso de extensiones relativamente pequeñas o en áreas muy complejas como las kársticas, debe estimarse también la pendiente con técnicas cartográficas a manera de guía, pero deben ser medidas en campo mediante procedimientos topográficos: nivelaciones con nivel de mano o aparatos rústicos, entre otros, a menos que existan levantamientos topográficos. No debe olvidarse que lo que va a determinar la clasificación en una unidad cartográfica, es la pendiente máxima, es decir la mayor inclinación que presenta la unidad, expresada en porcentaje (3).

b. Profundidad efectiva del suelo

Se refiere a la profundidad máxima del suelo susceptible de ser penetrada por sistemas radiculares de plantas, nativas o cultivadas, dentro de toda la gama de usos agropecuarios y forestales posibles. No se considera parte de la profundidad efectiva horizontes R o capas endurecidas en forma natural o por efectos de la labranza. Se considera como limitante de la profundidad, las capas endurecidas cuya dureza no permitan ser rayadas (en estado seco), con una moneda de cobre. En forma práctica, la mayoría de capas "R" del suelo o bien los horizontes parcialmente alterados que no permiten la penetración de las raíces, son las que determinan la profundidad efectiva dentro del suelo. La profundidad efectiva, también está limitada por capas freáticas cercanas a la superficie del suelo (3).

c. Pedregosidad

Se refiere a la presencia de fracciones mayores a las gravas (0.045 metros de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil del mismo. Incluye afloramientos rocosos,

ya sea de materiales de origen o transportados como materiales aluviales. Los criterios para definir a este factor como limitante o no, son los siguientes:

- Pedregosidad superficial no Limitante:
 - Libre o ligeramente pedregosa: con ninguna o muy pocas rocas de tamaño pequeño dispersas sobre el suelo (menos del 5% de la superficie) (3).
 - Moderadamente pedregosa: con pocas rocas distribuidas sobre la superficie (entre 5% y 20%) (3).
- Pedregosidad superficial limitante:
 - Pedregosa: rocas distribuidas sobre el área o en grupos cubriendo del 21% al 50% (3).
 - Muy pedregosa: rocas de todo tamaño cubriendo un 50 a 90% de la superficie (3).
 - Extremadamente pedregosa: rocas de todo tamaño repartidas por todas partes (90% al 100%) (3).
- Pedregosidad interna no limitante:
 - Cuando se encuentren rocas, gravas o fragmentos de roca en una cantidad de 35% o menos, por volumen en el perfil del suelo (3).
- Pedregosidad interna limitante:
 - Será limitante cuando dentro del perfil del suelo se encuentren fragmentos de grava o roca en más de 35% por volumen.
 - Con fines de clasificación, se considera limitante si está en alguna de estas categorías, superficial, interna o ambas (3).

d. Drenaje

Se refiere a la facilidad con la que el agua se infiltra y/o percola en el interior del perfil del suelo. Su calificación se hace a través de indicadores del drenaje como: presencia directa de capas de agua sobre la superficie del terreno, procesos de reducción dentro del perfil del suelo (moteados grisáceos), clase textural, presencia de capas endurecidas (3).

- No Limitante:
 - Excesivo: suelos porosos como las arenas o las laderas pronunciadas que permiten un escurrimiento inmediato del agua (3).
 - Bueno: suelos cuya estructura física o pendiente moderada permiten un escurrimiento del agua en pocas horas (3).
 - Imperfecto: suelos con alto porcentaje de arcilla o capas freáticas y pendientes ligeras que no permiten el escurrimiento en un día (3).
- Limitante:
 - Pobre: suelos con alto porcentaje de arcilla, capas freáticas cerca de la superficie del suelo y pendientes suaves o planas que impiden el escurrimiento por varios días (3).
 - Nulo o cenegado: suelos con las capas freáticas a nivel del suelo, o por encima, durante períodos de varias semanas a meses. El color del suelo es generalmente gris (3).

4.1.3 Categorías de capacidad de uso

Las categorías de capacidad de uso que se emplean en la metodología, se ordenan en forma decreciente en cuanto a la intensidad de uso soportable sin poner en riesgo la estabilidad -física- del suelo, se presentan a continuación. No se incluyen criterios de fertilidad de suelos, ni aspectos ligados a la producción (acceso, mercados y costos), por lo que son categorías indicativas de usos mayores en términos de la protección que ofrecen a las capas superiores del suelo. Bajo este contexto, las categorías son las siguientes (3):

a. Agricultura sin limitaciones (A)

Áreas con aptitud para cultivos agrícolas sin mayores limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva y no requieren o, demandan muy pocas, prácticas intensivas de conservación de suelos. Pueden ser objeto de mecanización (3).

b. Agricultura con mejoras (Am)

Áreas que presentan limitaciones de uso moderadas con respecto a la pendiente, profundidad, pedregosidad y/o drenaje. Para su cultivo se requieren prácticas de manejo y conservación de suelos así como medidas agronómicas relativamente intensas y acordes al tipo de cultivo establecido (3).

c. Agroforestería con cultivos anuales (Aa)

Áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad efectiva del suelo, donde se permite la siembra de cultivos agrícolas asociados con árboles y/o con obras de conservación de suelos y prácticas o técnicas agronómicas de cultivo (3).

d. Sistemas silvopastoriles (Ss)

Áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad, drenaje interno que tienen limitaciones permanentes o transitorias de pedregosidad y/o drenaje. Permiten el desarrollo de pastos naturales o cultivados y/o asociados con especies arbóreas (3).

e. Agroforestería con cultivos permanentes (Ap)

Áreas con limitaciones de pendiente y profundidad, aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos permanentes asociados con árboles (aislados, en bloques o plantaciones, ya sean especies frutales y otras con fines de producción de madera y otros productos forestales) (3).

f. Tierras forestales para producción (F)

Áreas con limitaciones para usos agropecuarios; de pendiente o pedregosidad, con aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro

de otros recursos naturales. La sustitución del bosque por otros sistemas conllevaría a la degradación productiva de los suelos (3).

g. Tierras forestales de protección (Fp)

Áreas con limitaciones severas en cualquiera de los factores limitantes o modificadores; apropiadas para actividades forestales de protección o conservación ambiental exclusiva. Son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo. Tienen como objetivo preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad, así como las fuentes de agua. Estas áreas permiten la investigación científica y el uso eco-turístico en ciertos sitios habilitados para tales fines, sin que esto afecte negativamente el o los ecosistemas presentes en ellas. También se incluyen las áreas sujetas a inundaciones frecuentes, manglares y otros ecosistemas frágiles. Las áreas cubiertas con mangle, están sujetas a regulaciones reglamentarias especiales que determinan su uso o protección (3). Esta categoría también incluye las zonas denominadas bosques de galería, las cuales son áreas ubicadas en las márgenes de los ríos, riachuelos o quebradas y en los nacimientos de agua. Tienen como función, retener sedimentos que proceden de las partes altas, la protección de los cauces, espejos de agua y captación del agua de lluvia, a través de la parte aérea de la vegetación existente. Los bosques de galería, pueden delimitarse con una franja de 15 a 30 metros de ancho de cobertura vegetal a partir de las márgenes de los ríos, riachuelos, quebradas y nacimientos de agua, a lo largo de los mismos.

Con base en el principio en que se basa la presente metodología, una unidad de tierra clasificada dentro de una categoría de uso intensivo no excluye el hecho de que pueda ser utilizada para otra categoría menos intensiva, así, una unidad de tierra clasificada para usos agrícolas intensivos perfectamente puede ser utilizada para arreglos de sistemas agroforestales o aun para usos forestales productivos. Lo contrario no se considera técnicamente posible, es decir, una unidad clasificada con capacidad de uso forestal, no soporta usos más intensivos, tales como los agrícolas o pecuarios sin que se ponga en riesgo la estabilidad del recurso suelo, principalmente en nuestro país donde este recurso es muy vulnerable a procesos erosivos y el deterioro general del terreno (3).

Para efectos de la aplicación de la ley forestal, en materia del programa de incentivos forestales, se consideran tierras de vocación forestal aquellas clasificadas en las categorías Forestal para Producción (F), Forestal para Protección (Fp) y Agroforestería con cultivos permanentes (Ap), entendiendo que en el caso de esta última, será sujeta a incentivos siempre y cuando sea utilizada para usos netamente forestales, productivos o protectivos; en ningún momento serán incentivados los arreglos agroforestales. Esta decisión es de tipo institucional, en ningún momento la define el método de clasificación utilizado.

4.1.4 Matrices de decisión y asignación de categorías de uso

Al combinar los niveles de los factores profundidad de suelos y pendientes, se asignan categorías de capacidad de uso. Los rangos de los niveles varían según la región natural en que fue dividido el país. Los rangos considerados para cada uno de los grupos de pendientes, pueden considerarse como generales, puesto que en alguna región pueden encontrarse valores diferentes, si esto ocurriera, debe ser tomado como inclusiones dentro de los rangos establecidos. Es importante observar que en las matrices, cuando se considera más de una categoría de uso posible, debe dársele prioridad a la categoría de menor intensidad de uso, de acuerdo a la tendencia del factor limitante que se esté analizando (3).

PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)	PENDIENTES (%)				
	0 – 12	12 - 26	26 - 36	36 – 55	> 55
>90	A	Am/Aa	Ss/Ap	Ap/F	F/Fp
50-90	A/Am	Am/Aa	Ss/Ap	Ap/F	F/Fp
20-50	Am/Aa	Ss/Ap	Ss/Ap	Ap/F	Fp
<20	Aa	Ss/F	Ss/Fp	Fp	Fp

Cuadro 1. Matriz de Capacidad de uso de la Tierra para la región “Tierras Altas Volcánicas”. Fuente: INAB 2000.

4.1.5 Modificación de la capacidad de uso de la tierra por los factores modificadores

En el Cuadro 2 se presenta la modificación de la capacidad de uso según el nivel en que se presentan los factores modificadores, pedregosidad y drenaje (3).

Categoría sin factores modificadores	Pedregosidad	Drenaje	Categoría modificada
A	No limitante	No limitante	A
		Limitante	Am
	Limitante	No Limitante	Ss
		Limitante	Ss
Am	No limitante	No limitante	Am
		Limitante	Ss/Ap
	Limitante	No Limitante	Ss
		Limitante	Ss
Aa	No limitante	No limitante	Aa
		Limitante	Ss/Ap
	Limitante	No Limitante	Ss
		Limitante	Ss
Ss	Limitante	No Limitante	F/Fp
		Limitante	Fp
Ap	No limitante	No Limitante	Ap
	Limitante	No Limitante	F/Fp
F	No limitante	No limitante	F
	Limitante	No Limitante	Fp
<p>CASOS ESPECIALES: En las categorías Ap y F, se considera poco probable la presencia de limitaciones de drenaje; de presentarse la capacidad se modifica hacia Fp. La categoría Ss por definición ya presenta limitaciones de pedregosidad y/o de drenaje, por lo que su grado de manifestación determina que permanezca como Ss o bien se modifique hacia F o Fp (3).</p>			

Cuadro 2. Modificaciones a las categorías de capacidad de uso en función de la pedregosidad y el drenaje. Fuente: INAB, 2000.

4.1.6 Procedimiento general para la realización de los estudios de capacidad de uso con la metodología descrita

El procedimiento general a seguir para la aplicación del sistema de clasificación de tierras, se desarrolla de acuerdo a las siguientes fases:

4.1.6.12 Primera Fase de Gabinete

- **Recopilación y análisis de información biofísica sobre el área**

Se realiza con el fin de tener un conocimiento general del área. Interesa conocer: localización geográfica, ubicación política, acceso, extensión, información relevante sobre clima y sus principales variables tales como: precipitación pluvial, temperatura, vientos y otras características del área como zonas de vida, formas de la tierra y origen de los suelos, clasificaciones existentes sobre el sitio (3).

- **Elaboración del mapa de unidades fisiográficas**

Mediante técnicas de interpretación cartográfica o aerofotográfica, se definen y delimitan unidades de mapeo, las cuales constituyen la base del muestreo en la fase de campo. La definición de estas unidades estará basada en una interpretación fisiográfica de las tierras, es decir, en un análisis del paisaje. El análisis por el cual se definen las unidades de mapeo, toma en cuenta los componentes de geología, clima, topografía, suelos, hidrografía. Para esta actividad debe tomarse en cuenta la escala a la cual conviene realizar el trabajo (3).

La escala del levantamiento en los estudios de capacidad de uso de la tierra dependen entre otras cosas, del grado de detalle que se requiere (objetivos específicos del estudio), de la escala del material cartográfico y aerofotográfico y de los recursos con que se cuenta. Para uniformizar criterios, en el Cuadro 3 se propone una clasificación de las posibles escalas a utilizar (3).

Para áreas menores a 15 hectáreas (21.4 Manzanas), la separación de unidades de tierra es posible trabajarla a nivel de campo por caminamientos y observaciones visuales y/o auxiliados de hojas cartográficas o fotografías ampliadas; es decir, que el análisis del paisaje a través de técnicas de interpretación cartográfica y fotoidentificación serán un auxiliar importante. La escala más conveniente para los estudios de capacidad de uso de la tierra, con esta metodología es de 1:50,000, en su defecto se pueden usar múltiplos como 1:25,000 o 1:100,000. Lo anterior obedece a la naturaleza de la base cartográfica del país (3).

Nivel Del levantamiento	Escala de publicación de mapas	Escala de fotografía a utilizar	Clasificación del paisaje
Detallado	1:10,000 – 1:25,000	\geq 1:20,000 o ampliaciones	Elementos del paisaje
Semidetallado	1:50,000- 1:25,000	\geq 1:40,000 a \leq 1:20,000	Subpaisaje
General	1:50,000 – 1:100,000	\geq 1:70,000 a \leq 1:40,000	Paisaje

Cuadro 3. Escalas y/o niveles de trabajo a utilizar en la aplicación de la metodología adoptada por el INAB. Fuente: INAB, 2000.

Cuando se mencionan niveles de levantamiento se hace referencia a la intensidad de muestreo u observaciones y medición de las variables utilizadas por la metodología. En ese sentido, cuando el objetivo del estudio requiera mayor precisión se aumenta la intensidad del muestreo (estudio detallado) y, cuando el estudio no requiera mas que un nivel general, el número de observaciones en el campo disminuye.

- **Elaboración del mapa de pendientes**

En este mapa se pueden clasificar unidades por pendiente con base en el mapa cartográfico (curvas de nivel). Es elaborado en forma manual por separación visual y utilización de plantillas o en forma automatizada mediante procedimientos de SIG basado en técnicas cartográficas.

Para áreas con pendientes menores de 10%, en superficies menores de 15 ha, o en las áreas muy complejas como las regiones kársticas, no es conveniente usar mapa de curvas de nivel para la elaboración de un mapa de pendientes, entonces las pendientes se deben establecer directamente en el campo, con el equipo que se disponga (3).

- **Mapa de uso de la tierra (opcional)**

En esta fase se recomienda elaborar un mapa preliminar de uso de la tierra, en términos de cobertura. La leyenda a utilizar deberá estar acorde con las categorías de uso mayor establecidas por la UGI modificada por Alvarado, G. Este mapa es útil para dar recomendaciones de manejo y validación de la metodología de clasificación adoptada por el INAB. Se sugiere cuando menos incluir las siguientes categorías: Centros urbanos o poblados, Tierras con cultivos (anuales o permanentes), Tierras con pastos (naturales o cultivados), Tierras con bosque (puro o mixto, de coníferas o latifoliar) (3).

4.1.6.13 Fase de campo

a. Verificación de los límites de las unidades de mapeo

Esta actividad se hace por caminamientos, observaciones visuales y barrenamientos. Se llega a homogenizar las distintas unidades de tierra con base en criterios fisiográficos, cuya base principal es el relieve. En el caso de estudios cuya clasificación del paisaje se requiera hacer a nivel de elementos del paisaje; la separación de los mismos deberá hacerse con esta base (3).

b. Determinación de profundidades de suelos y factores modificadores

Sobre el mapa de unidades de tierra (unidades fisiográficas) o en boletas de campo, se anotan las profundidades efectivas de los suelos de cada unidad cartográfica previamente delimitada en gabinete y verificada en campo. Adicionalmente en cada unidad se realizan las anotaciones del nivel en que se manifiestan los factores modificadores en caso de estar presentes. La profundidad efectiva de suelos se puede medir en Pedones o bien perfiles representativos, esto puede ser abriendo calicatas o bien utilizando cortes de caminos, en su defecto, puede realizarse con barrenamientos y, en el caso de los factores modificadores, se miden según el indicador adoptado para cada factor. En función de la manifestación de los factores modificadores pueden separarse, sobre el mapa de unidades fisiográficas, áreas limitantes para posteriormente utilizarse en la asignación de categorías de capacidad de uso (3).

c. Chequeo del mapa de pendientes

Consiste en realizar chequeos mediante mediciones en campo de las pendientes máximas en las unidades previamente definidas en gabinete, con el propósito de corroborar y hacer los ajustes correspondientes. Esto puede hacerse dentro de las lecturas que se van haciendo en el mapa de unidades de tierra. Se recomienda que las pendientes sean medidas con clinómetro u otro equipo similar. En el caso de áreas muy pequeñas o que tengan una pendiente muy suave, el mapa de pendientes que se ha elaborado con el mapa cartográfico, solo será un auxiliar (3).

d. Chequeo del mapa de cobertura y uso de la tierra

Con base en lo mencionado en el inciso sobre la elaboración de un mapa de uso de la tierra, se procede a las verificaciones y/o modificaciones de las unidades de cobertura y uso de la tierra predominante en cada una de las unidades, preliminarmente definidas en la primera fase de gabinete.

e. Determinación del uso potencial de la tierra

Uso virtualmente posible con base en la capacidad biofísica de uso, y las los factores modificadores que tiene cada unidad de tierra. Indica el nivel hasta el cual se puede realizar un uso según la supuesta capacidad del suelo, bajo las circunstancias locales y

actuales. Se realiza mediante el uso de la metodología del INAB (profundidad y pendiente) y sus factores modificadores (drenaje, pedregosidad, etc.).

f. Determinación de la Intensidad de uso

Es la categorización de las unidades de tierra dentro de tres posibles agrupaciones: uso correcto de la tierra, sobreuso de la tierra, subuso de la tierra, es decir se determinará mediante el traslape de los mapas de uso actual con uso potencial para observar si existe sobreuso, subuso o uso adecuado de la tierra, y buscar las medidas necesarias para evitar el sobreuso principalmente y el subuso.

4.1.6.14 Segunda Fase de Gabinete

a. Integración del mapa de unidades de tierra

Sobre la base de factores principales de pendiente del terreno y profundidad del suelo y los factores modificadores, pedregosidad y drenaje; considerados por el método que se desarrolla en este documento, el procedimiento de integración del mapa de unidades de tierra, sigue la secuencia siguiente:

El mapa base de unidades inicialmente fisiográficas, ahora serán cartográficas y con la información del factor limitante *profundidad del suelo*, es convertido en un mapa temático sobre profundidades de suelos. Esto implica que algunas unidades tengan que unirse o bien desagregarse en otras. Posteriormente, este mapa es sobrepuesto en el mapa de pendientes, excepto para las áreas pequeñas o complejas como las regiones kársticas, en donde el mapa de pendientes es solamente un auxiliar; en su defecto, el procedimiento consistirá en designar la pendiente máxima a cada unidad de tierra (unidad fisiográfica). En este proceso se deberán separar nuevas unidades definidas por los límites de ambos mapas. Cada nueva unidad se caracteriza por un rango de pendiente y una clase de profundidad, según la región donde se ubica el sitio en estudio. A este mapa resultante se le denominará, para efectos del sistema adoptado por el INAB, **mapa de unidades de tierra**.

b. Elaboración del mapa de capacidad de uso

A cada unidad de tierra identificada en el mapa resultante del proceso anterior, con base en los niveles adoptados por cada factor limitante, se le asigna una categoría de capacidad de uso. Posteriormente, esta categoría deberá ser analizada a la luz de los factores modificadores *pedregosidad y drenaje* a efecto de determinar la categoría de capacidad de uso definitiva. Si en la fase de campo fueron separadas zonas de limitación por estos factores modificadores podrían hacerse las sobreposiciones que sean necesarias para separar otras unidades de tierra. El producto resultante es el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra.

Finalmente, se siguen los procedimientos técnicos normales de vaciado (rectificación fotogramétrica, reducción o ampliación, rotulación, otros) de la información generada al mapa base según la escala de publicación que el nivel del levantamiento requiere. Se cuantifican las extensiones de cada unidad de capacidad y se definen los otros elementos que acompañan a un mapa temático como el presente (leyenda, orientación norte, escala, nombre del mapa temático, otros) (3). La Figura 2, presenta el flujograma que resume el procedimiento de realización de los estudios de capacidad de uso de la tierra resaltando los insumos, actividades y productos de cada una de las etapas descritas con anterioridad (3).

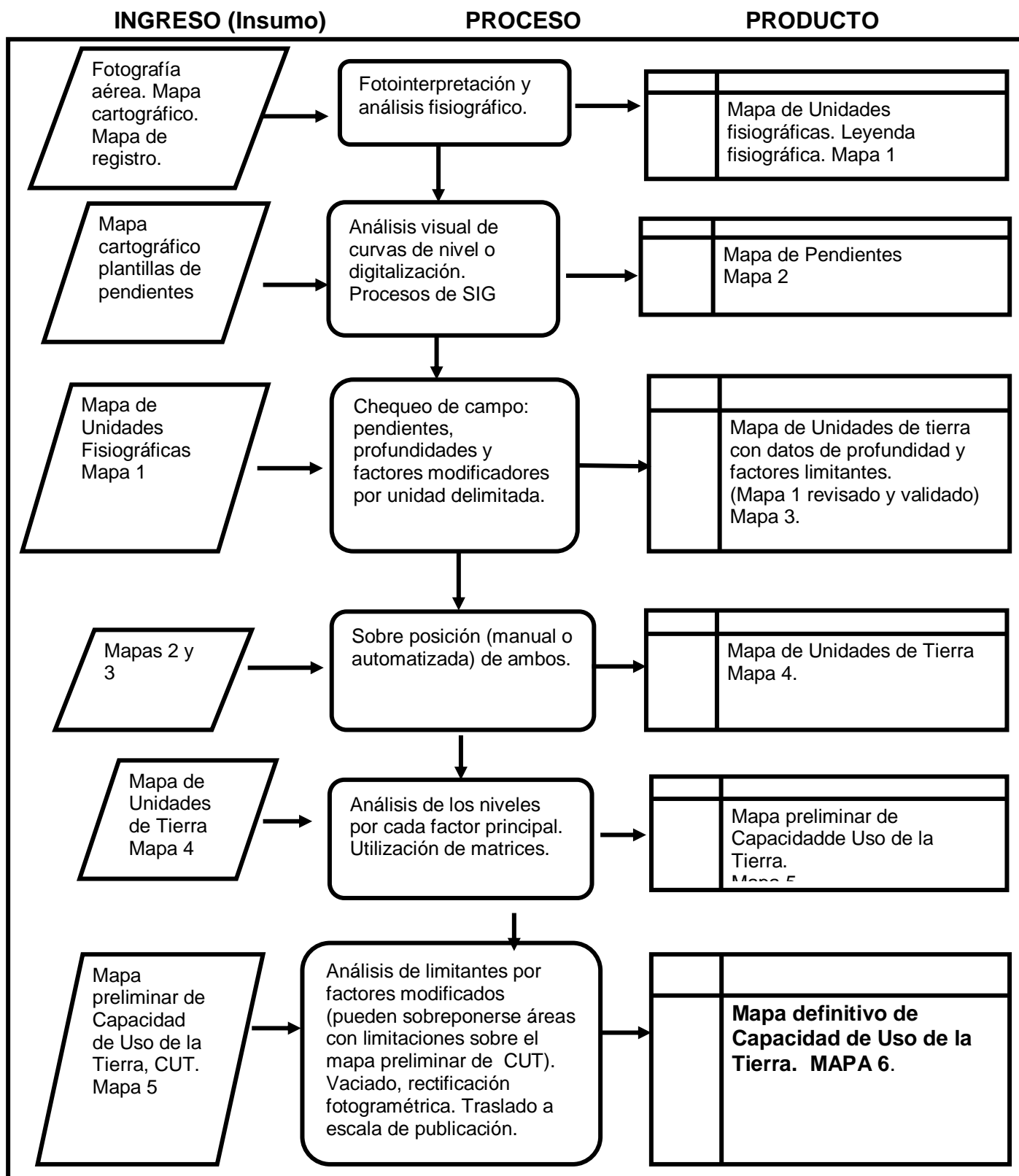
c. Elaboración de informe del estudio

Con esta información se procede a elaborar el documento final que contiene el estudio de capacidad de uso de la tierra. El formato del mismo debe contener **como mínimo**:

- Introducción (incluye justificación del estudio y localización general del área de estudio)
- Objetivos (relacionados con los fines del estudio: registro forestal, incentivos forestales, cambio de uso, manejo forestal, concesión, otros).
- Metodología (esbozo metodológico que debe indicar procedimientos o citar los materiales mas importantes que se utilizaron, tales como la clase de fotografías (números, línea de vuelo, rollo), mapas, escalas de los mismos etc.)
- Resultados: categorías de capacidad de uso existentes, uso de la tierra, superficie por categoría, observaciones generales sobre el área de estudio o sobre la metodología utilizada, mapa de capacidad de uso.
- Conclusiones y/o recomendaciones de manejo, especialmente para las categorías forestales.
- Referencias del profesional, técnico o profesionales que participaron en la elaboración del estudio (Síntesis curricular)
- Anexos (mapas de pendientes, de profundidades, de uso de la tierra, cuadros, otros).

4.1.7 Consideraciones con respecto al uso de las técnicas cartográficas y aerofotográficas en función de la superficie de estudio.

Cabe mencionar que las etapas descritas con anterioridad son necesarias independientemente de la extensión de la unidad a clasificar; sin embargo, pueden existir variaciones en cuanto a las técnicas auxiliares para la recolección e interpretación de la información que la metodología de clasificación requiere. En ese sentido, para unidades menores a 90 hectáreas pueden darse las variantes indicadas en el Cuadro 4.



Fuente: INAB, 2000.

Figura 2. Proceso de elaboración de un mapa de capacidad de uso de la tierra (4).

Cuadro 4. Variación de actividades (técnicas) de recolección de información para los estudios de capacidad de uso en función de la superficie de estudio.

AREA (ha)	ETAPA	ACTIVIDADES
2 – 15 “A”	Gabinete	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación información básica relacionada con la unidad
	Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Separar unidades en el campo, principalmente con base en la geología, la pendiente o formas de la tierra. • En cada unidad tomar valores de los factores considerados: pendiente, profundidad del suelo, pedregosidad y drenaje. • Aplicar tabla de clasificación según la región natural en que se ubique el área.
	Segunda fase de gabinete	<ul style="list-style-type: none"> • Si el caso lo amerita, de acuerdo con la variabilidad del terreno, elaborar mapa de pendientes y profundidad del suelo, y sobreponerlos para determinar la capacidad de uso. • Preparar mapa de capacidad de uso de la tierra • Llenar el formulario (certificación)
15-90 “B”	Gabinete	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información general del área • Separar unidades auxiliado por técnicas cartográficas. • Elaborar mapa de pendientes • Elaborar mapa de uso de la tierra (opcional)
	Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Chequear unidades en el campo • Chequear pendientes • Tomar datos de profundidad, pedregosidad y drenaje para cada unidad.
	Segunda fase de gabinete	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar mapa de profundidades y de pendientes • Aplicar tabla de factores modificadores • Elaborar mapa de capacidad de uso • Llenar formulario
>90 “C”	Gabinete	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información general del área • Separar unidades auxiliado por técnicas cartográficas y mapeo por fisiografía. • Elaborar mapa de pendientes • Elaborar mapa de uso de la tierra (opcional).
	Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Igual al caso “B”
	Segunda fase de gabinete	<ul style="list-style-type: none"> • Igual al caso “B”

Fuente: INAB, 2000.

4.1.8 Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica es un sistema de información asistido por el computador para la entrada, manipulación y despliegue de datos espaciales. El objetivo de estos sistemas es el tener:

- Ubicación espacial del problema de estudio
- Un sistema normal de recolección de datos
- Información organizada
- Información actualizada
- Información instantánea
- Representación gráfica del problema
- Permitir modelos complejos

Los SIG son instrumentos para crear y actualizar mapas, constituyéndose en una tecnología para combinar e interpretar mapas y en una revolución informática en cuanto a la estructura, contenido y uso del mapa. En la actualidad se tiene dos tendencias en cuanto a los SIG, procesamiento de tipo descriptivo, esto es inventario de la información, y procesamiento de tipo prescriptivo, análisis y modelaje de la información, siendo éste último el que nos interesa, por sus características de apoyo en cuanto a la toma de decisiones. En resumen, un Sistema de Información Geográfica es un conjunto de operadores que manipulan una base de datos espaciales. El SIG constituye un puente de soporte para la toma de decisiones entre el mundo real y el usuario (6).

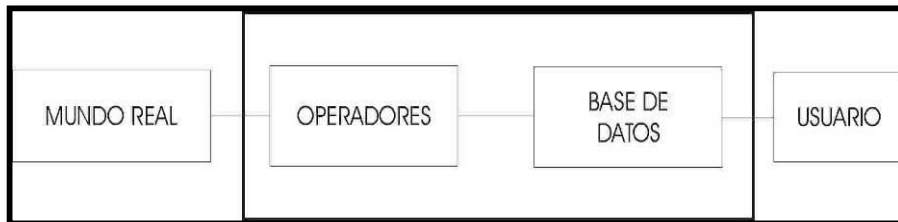


Figura 3. Resumen de los Sistemas de Información Geográfica (6).

Ampliando la definición anterior, se puede decir que un SIG es un conjunto de programas de computadora que integran diferentes funciones. Desde la captura de datos, en particular de mapas espaciales con información coherente, cargar y almacenar datos de mapas espaciales internamente referenciados geográficamente, para uso posterior de los mismos, analizar y modelar (manipular, sobreponer, medir, calcular y recuperar) los datos espaciales hasta obtener resultados, despliegue de nuevos mapas o resultados en forma tabular (6).



Figura 4. El significado de un SIG (6).

4.1.9 Conceptos de la Información Espacial

El término dato espacial, se refiere al dato o información que se puede ubicar en el espacio, sea con referencia a un sistema de coordenadas o a un orden topológico. El conjunto de datos espaciales y no espaciales, constituyen la base de datos, que es el componente principal sobre el que se basan los análisis y resultados producidos con el Sistema de Información Geográfica. Por lo general se considera que la información ambiental geográfica tiene dos características (6):

- El fenómeno o la característica en sí, por ejemplo: la variable, su clasificación, valor, nombre, etc.
- Su ubicación espacial, esto es, la posición que ocupa en el espacio geográfico.
- Al concebir la estructura general de una base de datos para el procesamiento de la información geográfica, hay que tener presente que se manejarán datos tanto de localización como atributos.
- Los diferentes programas (“software”) y sistemas requieren que estos dos tipos de fenómenos se manejen en formas distintas. En algunos casos, los datos de localización se consideran como un atributo adicional relacionado con las características geográficas (6).

4.1.10 Categorías de Datos Espaciales

En un SIG se pretende agrupar la organización de datos espaciales. Específicamente se tienen sistemas de punto, de red o lineal y de áreas o polígonos. En general, se utilizan tres notaciones básicas para representar la posición espacial de los fenómenos geográficos: puntos, líneas y polígonos. Los puntos, las líneas y los polígonos suelen definirse en los mapas por medio de coordenadas cartesianas (x, y) (longitud / latitud, etc.), basadas en los principios de geometría euclidiana. Este sistema de coordenadas cartesianas es el que más se utiliza para medir la posición espacial y para analizar sus diversas propiedades, incluyendo la medición, etc. (6). Además de expresar los fenómenos geográficos utilizando coordenadas cartesianas, también es posible aplicar los principios

de la teoría de gráficos que se refieren a las relaciones topológicas para expresar la posición relativa de diversos elementos del mapa. Básicamente hay dos métodos para identificar esta información espacialmente. El primero es utilizando mediciones reales en la forma de coordenadas (x, y) , llamado formato *vectorial*. El segundo comprende la definición de los fenómenos geográficos por medio de las relaciones entre puntos y líneas, las redes, la contigüidad de los polígonos y la proximidad de las celdillas, llamado formato *raster* (6).

4.1.11 Comparación entre Métodos Vectoriales y Raster

- **Métodos Vectoriales**

Ventajas: buena representación por parte de la estructura de datos, estructura de datos compacta, la topología puede describirse completamente por medio de la unión de arcos o redes, certeza gráfica, es posible la recuperación, actualización y generación de gráficos y atributos (6).

Desventajas: estructuras de datos complejas; la combinación de diferentes mapas de polígonos vectoriales y mapas tipo raster, causa dificultades; la simulación es difícil porque cada unidad tiene una diferente forma topológica; el despliegue y la graficación pueden ser caros, particularmente por la alta calidad, color y sombreado de los productos impresos; la tecnología es relativamente cara, particularmente porque requiere de programas y equipos sofisticados, aunque eso tiende a disminuir; el análisis espacial y el filtrado dentro de los polígonos son imposibles de realizar (6).

- **Métodos Raster**

Ventajas: estructuras de datos simples; la combinación y sobre-posición de los datos de los mapas con datos provenientes de sensores es fácil; diferentes clases de análisis espacial son fáciles; la simulación es fácil porque cada unidad espacial tiene el mismo tamaño y forma; la tecnología es relativamente barata (6).

Desventajas: grandes volúmenes de datos gráficos; el uso de grandes celdas para reducir el volumen de los datos significa que el reconocimiento del fenómeno por parte de la estructura puede perderse y por consiguiente puede provocar una pérdida de información importante; se considera que los mapas tipo raster tienen menos presentación que uno con líneas finas; la unión vía arcos o redes es difícil de establecer; sin el uso de algoritmos o equipo especial, la transformación de proyecciones demora bastante (6).

4.1.12 Inventario Forestal

Comúnmente al inventario forestal se le considera sinónimo de la estimación de la cantidad de madera que pueda tener un bosque; sin embargo, el inventario forestal describe la cantidad y calidad de los árboles de un bosque, además de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos. Un bosque no es simplemente una cantidad de madera, sino una asociación de plantas vivas que puede y debe de tratarse

como una riqueza renovable. Puede fácilmente comprenderse que el inventario forestal no constituye por sí solo, una meta en la planificación de la empresa forestal; sin embargo, puede asegurarse que es el mejor medio para alcanzar el objetivo final que es el Plan de Manejo. Por tal motivo, es importante que el inventario forestal sea el primer paso, para quién esté interesado en el manejo del bosque, previo a realizar inversiones para aprovechar el bosque (7).

Escobar, citado por Villatoro (7), resalta el hecho de que, no existen “recetas de aplicación universal” para llevar a cabo el inventario forestal de los bosques. A esto debe prestarse mucha atención, pues existen especialistas que indiscriminadamente aplican un esquema particular de diseño sin mayor análisis, lo cual siempre trae como consecuencia la sub o sobre-estimación de los resultados, principalmente en lo referente a volúmenes. A menudo suele considerarse que mientras mayor sea la información cubierta por un inventario y más grande sea su detalle, mejores serán sus resultados; desde cualquier punto de vista esta afirmación es errónea. El inventario forestal, para que responda a las necesidades de su realización dentro de un costo admisible, deben considerar apenas los parámetros que le permitan al experto en manejo forestal diseñar la estrategia a seguir para alcanzar el objetivo deseado (7).

4.1.13 Tipos de inventario forestal:

Los inventarios forestales se dividen en los siguientes tipos:

- Totales: cuando todos los árboles existentes en el bosque se cuantifican, y por lo tanto no hay que emplear estadística para determinar el volumen total y/o medio.
- Parciales: este tipo, tienen como base la probabilidad estadística y a su vez se dividen en:
 - Parciales probabilísticos, estos siguen un patrón aleatorio y por lo tanto se considera que la varianza baja o sube, a su vez se subdividen en: parciales probabilísticos al irrestricto azar y parciales en bloques o estratificados.
 - Parciales no probabilísticos, estos no se ciñen al azar y la modalidad que más se emplea es: no probabilísticos sistemático, con dos variantes: en fajas alternas y parcelas en secuencia (7). Es necesario mencionar que la aplicación del inventario forestal deberá ajustarse a las estimaciones preliminares de los tipos de bosques, de la calidad y de la cantidad de madera. Desde el punto de vista de costos y tiempo, la mayoría de inventarios forestales se aplican en base al muestreo, estadísticamente correcto, ya que estima el volumen de madera existente en un área determinada (7).

4.1.14 Selección del diseño de muestreo

Teóricamente el diseño de muestreo con mapas es eficiente, si proporciona las estimaciones más precisas para un costo dado o bien aquel de costo mínimo para una precisión dada de las estimaciones. La elección del diseño de muestreo no debe basarse únicamente en cálculos, sino en las características del bosque, recursos disponibles, conocimiento previo, accesibilidad, etc. (7).

4.1.15 Estratificación

El número de unidades de una población determinada a medirse para obtener una estimación previamente fijada, dependerá de la variabilidad o varianza de las características de la población que ha de medirse. En otras palabras, es necesario separar el bosque por estratos basándose en criterios de composición y estructura de los bosques, tales como: bosques latifoliados, mixtos o coníferas; ralo y denso, en los cuales se podrá obtener una estimación satisfactoria de las condiciones de cada estrato por medio de un número pequeño de unidades muestra (7).

4.1.16 Selección de tamaño y forma de la parcela e intensidad del muestreo

El tamaño de la parcela que se utiliza en cualquiera de los muestreos utilizados frecuentemente es de 500 a 1000 m² (en comunidades con alta diversidad de emplean parcelas arriba de los 1000 m²) y de forma rectangular o circular. La intensidad del muestreo ese encuentra en función de la homogeneidad, error de muestreo y disponibilidad económica. El premuestreo es útil en la determinación de la intensidad de muestreo pero si este no se realiza, existe un rango aceptable de muestreo que oscila entre 0.05% y 5% del total del área a estudiar (7).

4.1.17 Ordenación forestal

Según Bernal citado por Villatoro (7), establece que un bosque ordenado es un bosque productivo sometido a régimen conforme a un plan de trabajo fundado en principios silvícola, económicos y sociales con los que se persigue lograr un rendimiento continuo y progresivo asegurando siempre su producción a la vez que su conservación. También debe considerarse en la categoría de bosque administrado, uno en que, sin ser la producción su objetivo normal, se cuida por razones de interés público y se administra con sujeción a determinados reglamentos.

4.1.18 Condiciones mínimas del bosque ordenado

Las condiciones mínimas que debe cumplir un bosque para considerarlo ordenado son: persistencia, rentabilidad y máximo rendimiento (7).

- **Persistencia:**

La persistencia de un bosque ordenado relaciona su producción con el tiempo; implica que el aprovechamiento por el vuelo forestal de las energías del suelo y del ambiente sea ininterrumpido, ello implica que la repoblación de las áreas cortadas sea lograda si no inmediatamente, por lo menos en el mínimo de tiempo que las condiciones de la estación permitan. Para lograrlo se requerirá en unos casos propiciar en lo posible la regeneración natura, prever su complementación con plantaciones y realizar con oportunidad las reposiciones. Con la persistencia se procura lograr ante todo conservar a perpetuidad la capacidad productiva de los bosques ordenados. Se comprenderá la necesidad de investigar las condiciones de la estación, con especial cuidado de determinar la capacidad

productiva del suelo, para evitar su degradación por exageradas exigencias en la cuantía de la producción o por la aplicación de prácticas inadecuadas (7).

En lo que atañe al repoblado de áreas cortadas, en la práctica se considera cumplida la condición de persistencia cuando aquel es logrado en circunstancias convenientes de distribución y densidad, dentro de un plazo previsto o aceptable (7).

- **Rentabilidad:**

En la ordenación forestal se da gran elasticidad a tal concepto, al exigir sólo que la cuantía de los árboles o productos y los plazos dentro de los cuales ellos son percibidos hayan sido previstos; la renta, anual o periódica, puede ser constante o variable; lo que no se admite es que ocurra de cualquier manera, sin haber sido prevista, es decir, fuera de programa. Sin embargo, basta con la existencia de continuidad en la demanda de los productos del bosque, los deseos de ingresos anuales o periódicos en procura de uniformizar en el tiempo las actividades productivas.

La condición de persistencia guarda cierta relación con la rentabilidad, pero se diferencian sustancialmente en el hecho de que mientras la primera mira ante todo la integridad del bosque por tiempo ilimitado, la rentabilidad se ocupa de organizarlo como capital, con el fin de lograr cierta producción, toda vez que rentabilidad no es otra cosa que capacidad de producir beneficio neto. Cuando se hace necesario con fines de ordenación y en los casos en que el vuelo en estudio permite previsiones de renta hasta épocas muy distantes del presente, se emprende la estimación de aquellas y los resultados obtenidos se registran en tablas de producción o de productividad (7).

- **Máximo rendimiento:**

El vuelo forestal es el componente variable de la capital bosque y ello es debido a la calidad de seres vivos de los pies de masa, los que nacen, crecen y mueren para luego ser sustituidos por una nueva generación. Por tal razón, todo plan de organización tiene que ocuparse de determinar la especie, el método de beneficio, la forma de la masa y la edad de madurez que determina el momento de la corta final. El rendimiento de ese capital es resultante de toda es resultante de todas y cada una de las características mencionadas, las que a su vez son condiciones por el medio físico y la realidad económica locales. Son muchas las alternativas que se presentan para la organización de un bosque y por ende la dificultad de elegir la combinación más conveniente atendiendo siempre a lograr el máximo rendimiento sin infringir la condición de persistencia. Las utilidades o beneficios que pueden obtenerse en un suelo apto para la producción forestal son variadas, constituyendo una amplia gama que incluye, desde la producción de madera, leña, pulpa, etc., hasta la obtención de beneficios intangibles y valores estéticos.

Así, se comprenderá que una alternativa preferida desde cierto criterio, puede resultar desechada en beneficio de otra, si el análisis se basa en otro criterio diferente (7).

4.1.19 Manejo forestal

La relación del hombre con el bosque, naturalmente ha de entenderse que parte de tiempos prehistóricos. Sin embargo, en tales épocas, resulta difícil imaginar que el bosque representará para el hombre nada que se asemejara al concepto de recurso, ya que la escasa capacidad técnica de las sociedades primitivas hacía inútil toda actividad de conservación o de administración. El bosque representaba, entonces, un elemento más del ambiente que un recurso. La primera política referente al uso de los bosques, en gran parte del mundo, resultó ser la eliminación de la comunidad silvestre, para usar el suelo en agricultura, ganadería u otras formas de explotación (7).

4.1.20 El manejo forestal sostenible:

Las ciencias forestales recomiendan que previo a la intervención de una masa forestal, deba investigarse cuáles son sus limitaciones y posibilidades, y a partir de este conocimiento se diseñe la estrategia técnica, financiera y económica (Plan de Manejo), que permita que mediante las adecuadas prácticas silvícola se incrementen sus distintas formas de producción. Es un hecho mundialmente conocido que por medio de prácticas de manejo forestal, se puede aprovechar madera de una cuenca hidrográfica incrementando el rendimiento de madera, agua y fauna sin que se manifieste algún efecto negativo. No es difícil darse cuenta que esto es más probable cuando se conocen las limitaciones del recurso y se tienen nociones de su comportamiento en forma natural.

Debe quedar claro, que manejar un bosque bajo un sistema sostenible implica en primer lugar: la necesidad de reconocer sus características naturales (capacidad de producción, renovación y biodiversidad), y sus limitaciones a los cambios que se le impondrán. A partir de aquí, deben organizarse las diferentes actividades que en él se desarrollarán, de modo que produzcan los máximos beneficios posibles dentro de sus límites. Esto último es la tarea del plan de manejo (7).

4.1.21 Plan de manejo forestal:

Escobar citado por Villatoro (7), indica que el plan de manejo forestal constituye el objetivo final de la planificación forestal. Debe basarse siempre en el diagnóstico de la situación actual que refleja el inventario forestal practicado en el área objeto de manejo. Dicho diagnóstico dará al profesional forestal, los elementos para planificar la estrategia de aprovechamiento de los distintos productos y subproductos del bosque sin poner en peligro sus existencias como tal. En el arte de diseñar un plan de manejo el profesional forestal debe usar toda su capacidad, técnica, experiencia y sentido común, además de que para el diseño de manejo forestal se deben de considerar los siguientes factores: los objetivos del manejo; la tendencia de las políticas forestales locales y nacionales; la industria existente y su capacidad; las características intrínsecas del bosque a manejar; los suelos del área forestal; la distribución de las concentraciones volumétricas; la necesidad de establecer planes de protección para los recursos asociados al forestal; las principales vías de acceso y sus posibilidades de expansión; la existencia de mano de

obra y su grado de especialización; la tecnología disponible; las necesidades de adiestramiento y capacitación; las distintas posibilidades de aplicación de métodos silviculturales y de aprovechamiento, así como sus diversas combinaciones según cada caso, etc. El plan de manejo forestal es la síntesis de todas las disciplinas relacionadas con el campo forestal (7).

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Descripción del área y Ubicación Geográfica:

La microcuenca del río Zanjón Amatillo, se encuentra localizada en $14^{\circ}29'26.4''$ Latitud Norte, y $89^{\circ}37'46''$ Longitud Oeste. (215001,1611034 coordenadas UTM Zona 16 Datum: NAD 27 San Salvador). Ver Figura5. Spatial Domain West Coordinate: -89.644779 East Coordinate: -89.566476 North Coordinate: 14.55746 South Coordinate: 14.454456

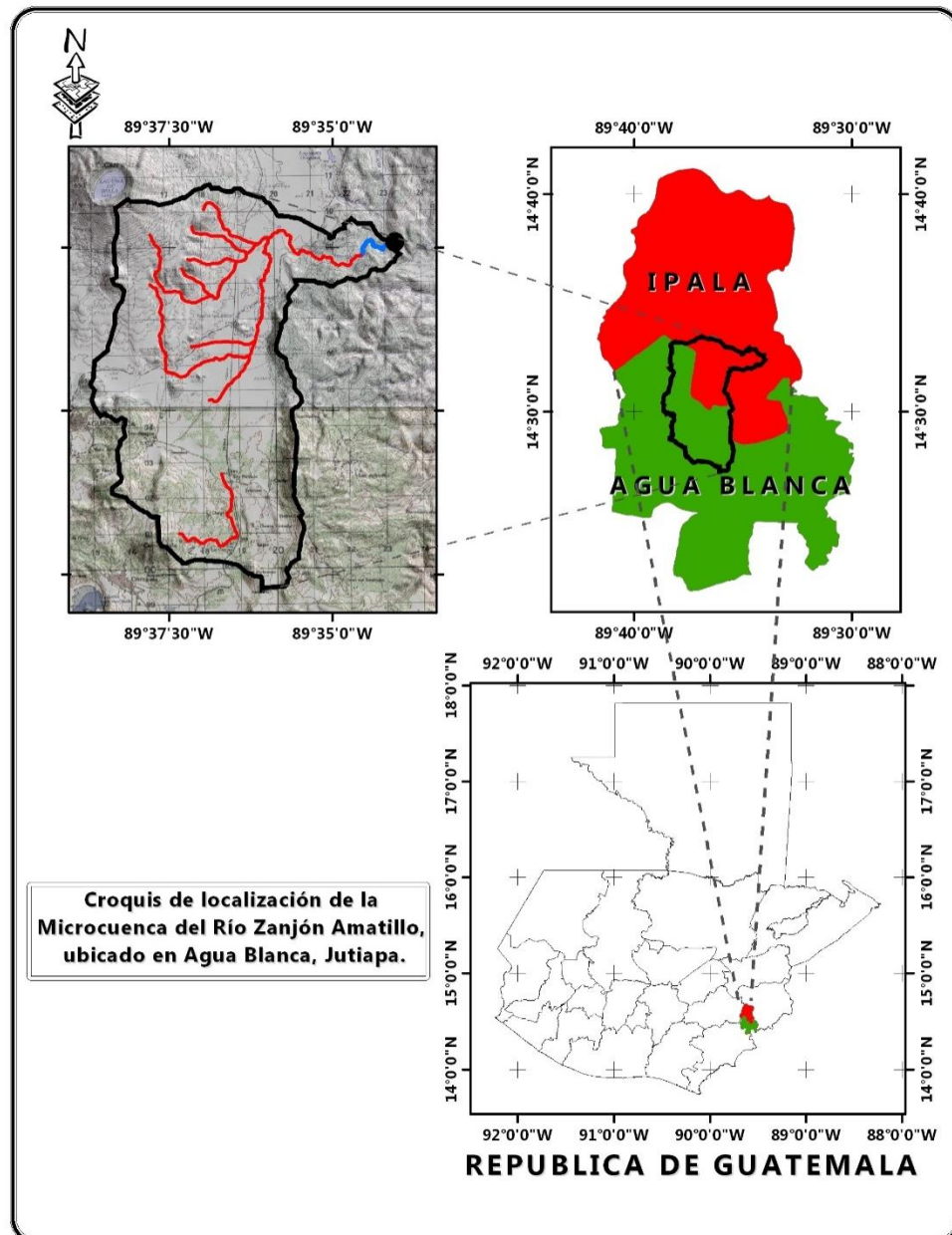


Figura5. Croquis de localización de la microcuenca del río Zanjón Amatillo, Agua Blanca, Jutiapa.



Figura 6. Croquis del parte aguas de la cuenca del río Zanjón Amatillo, Agua Blanca, Jutiapa.

4.2.2 Vías de Acceso:

La microcuenca se encuentra a 165 Km. de la ciudad capital, con 162 Km. De carretera asfaltada (Ruta a Jutiapa-Ipala), a 43. km. de la cabecera departamental utilizando la carretera de la ruta a Ipala, a 3 Km. de la cabecera municipal utilizando una carretera de terracería.

4.2.3 Condiciones Climáticas:

Con un rango de temperatura promedio de 17°-32°C y un rango de precipitación promedio de 600-2000 mm (6).

4.2.4 Rango de elevación:

La cuenca del río Zanjón Amatillo se encuentra a un rango de elevación de 900-1700 msnm.

4.2.5 Zonas de vida

La cuenca se encuentra ubicada dentro de dos zonas de vida las cuales son:

- Bosque seco Subtropical (bs-S): que abarca una faja angosta de unos 3-5 kilómetros en el litoral del Pacífico, que va desde la frontera con México hasta las cercanías de Las Lisas, en el Canal de Chiquimulilla, También encontramos esta zona de vida en las Planicies de Monjas, hacia San Luis Jilotepeque, Ipala, Santa Catarina Mita Parte de Asunción Mita, hasta San Cristóbal frontera con El Salvador; la vegetación natural está constituida por *Cochlospermum vitifolium*, *Swietenia humilis*, *Alvaradoa amorphoides*, *Sabal mexicana*, *Phylocarpus septentrionalis*, *Ceiba aescutifolia*, *Albizzia caribaea* y *Luecaena guatemalensis*; y
- Bosque húmedo Subtropical templado (bh-S (t)): que abarca por lo menos la mitad del Departamento de Jutiapa, la vegetación natural está constituida especialmente por *Pinus oocarpa*, *Curatella americana*, *Quercus spp*, *Byrsonima crassifolia* que son las más indicadoras de esta zona(6).

4.2.6 Características edáficas:

Según Simmons, citado por MAGA (6), las series de suelos que hay dentro de la microcuenca son los siguientes: Guija, Culma, Mita, Pinula, Mongoy y Jilotepeque. Existen también tres categorías geológicas dentro de la microcuenca:

- **Tv:** Suelos procedentes de rocas ígneas y metamórficas, del terciario, posee rocas volcánicas sin dividir. Predominantemente Mio-Plioceno, incluye tobas coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos.
- **Qa:** Suelos provenientes de rocas sedimentarias; forman aluviones cuaternarios.
- **Qv:** Suelos provenientes de rocas sedimentarias, aluviones cuaternarios, rocas volcánicas. Incluye coladas volcánicas, material lahárico, tobas y edificios volcánicos.

4.2.7 Hidrología de la microcuenca:

La microcuenca del río Zanjón Amatillo pertenece a la subcuenca del Río Grande, y esta a su vez a la pertenece a la cuenca del río Ostúa-Güija y a la vertiente del océano Pacífico.

4.2.8 Fisiografía:

La microcuenca se encuentra ubicada dentro de la zona fisiográfica Tierras Altas Volcánicas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Planificar el uso de la tierra y proponer un plan de manejo integral de la microcuenca del río Zanjón Amatillo, Agua Blanca, Jutiapa.

5.2 Objetivos Específicos

- Determinar el uso actual de la tierra para generar una perspectiva del uso dado por los pobladores a las tierras en la microcuenca.
- Determinar la capacidad de uso de la tierra, para generar una perspectiva de ordenación territorial para los pobladores en la microcuenca.
- Determinar los aspectos socioeconómicos más importantes de la población, para conocer e identificar las necesidades e intereses de los pobladores dentro de la microcuenca.
- Proponer un plan de manejo integral y participativo en la microcuenca acorde a la potencialidad productiva, necesidades e intereses particulares de los pobladores.

6. METODOLOGÍA

Se describe la microcuenca del río Zanjón Amatillo, que incluye lo siguiente:

6.1 Descripción del Área:

La microcuenca del río Zanjón Amatillo, se encuentra localizado en 14° 29'26.4" Latitud Norte, y 89° 37'46" Longitud Oeste. (216564,1603521 coordenadas UTM Zona 16 Datum: NAD 27 San Salvador), se encuentra a 165 Km. de la ciudad capital, con 162 km. de carretera asfaltada (Ruta Guatemala-Jutiapa-Ipala), a 43. km. de la cabecera departamental utilizando la carretera de la ruta a Ipala, a 3 km. de la cabecera municipal utilizando una carretera de terracería.

Cuenta con un rango de temperatura promedio de 17°-32°C y un rango de precipitación promedio de 600-2000 mm (6) y un rango de elevación de 900-1700 msnm. La microcuenca se encuentra ubicada dentro de dos zonas de vida las cuales son: Bosque seco Subtropical (bs-S) que abarca una faja angosta de unos 3-5 kilómetros en el litoral del Pacífico y Bosque húmedo Subtropical templado (bh-S (t)).

Según Simmons, citado por MAGA (6), las series de suelos que hay dentro de la microcuenca son los siguientes: Guija, Culma, Mita, Pinula, Mongoy y Jilotepeque. La microcuenca del río Zanjón Amatillo pertenece a la subcuenca del Río Grande, y esta a su vez a la cuenca del río Ostúa-Güija y a la vertiente del océano Pacífico. La microcuenca se encuentra ubicada dentro de la zona fisiográfica Tierras Altas Volcánicas.

6.2 Primera Fase de Gabinete:

La información se generó en mapas a escala 1:50,000 y se trabajó en conjunto con El Centro Universitario de Oriente –CUNORI- en la fase socioeconómica, con líderes comunitarios, así como también con información generada por entidades como el Instituto Nacional de Estadística –INE-, para acceder a información demográfica, socioeconómica y de producción tanto primaria y secundaria del lugar.

Durante esta fase se realizó la recopilación de información secundaria, la cual consistió en buscar información que ya había sido generada y publicada. Los pasos seguidos son los siguientes:

a. La recolección de datos socioeconómicos se realizó con el propósito de ganar conocimientos sobre las comunidades locales y sus recursos naturales, humanos y de capital (Ver Cuadro 5). Uno de los objetivos de la recolección de datos socioeconómicos fue la identificación y la caracterización de los grupos específicos que pueden ser objetivo del plan de uso de la tierra. Esta información se recabó por fuentes primarias, por lo tanto es información secundaria, esto se realizó a través de la consulta del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística.

Cuadro 5. Requerimientos de Información y Datos Socioeconómicos.

Demografía	<ul style="list-style-type: none"> • Población total • Población económicamente activa • Densidad de población • Población por grupos etáreos • Población por género
Nivel de ingresos económicos	<ul style="list-style-type: none"> • Salarios mínimos • Ingreso promedio
Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel educativo por género • Nivel educativo por edad • Nivel educativo en el área rural y urbana
Idiomas	<ul style="list-style-type: none"> • Área de influencia de idiomas mayas
Migraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Inmigración (Origen y causas) • Emigración (Destinos y causas)
Organización Social	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos étnicos • Asociaciones • Comités • Cooperativas
Tenencia de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de unidades productivas • Forma de tenencia
Actividades productivas	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura <ul style="list-style-type: none"> ○ Principales cultivos ○ Áreas cubiertas por cultivo ○ Mercados ○ Principales plagas ○ Rendimientos • Ganadería <ul style="list-style-type: none"> ○ Especies ○ Número por especie ○ Mercados • Industria <ul style="list-style-type: none"> ○ Actividades industriales y su descripción • Artesanías <ul style="list-style-type: none"> ○ Productos principales ○ Mercados
Infraestructura física y servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitales • Puesto de salud • Escuelas • Salones municipales o comunales • Carreteras de acceso • Energía eléctrica • Drenajes • Mercados • Otros
Salud y sanidad pública	<ul style="list-style-type: none"> • Principales enfermedades que afectan a la población

b. Se estableció el grupo multidisciplinario el cual consistió en un estudiante EPS de la Facultad de Agronomía en Sistemas de Producción Agrícola, un estudiante EPS de la Facultad de Agronomía en Recursos Naturales Renovables y un técnico de la municipalidad de Agua Blanca y un representante del CUNORI, especialistas en aspectos socioeconómicos; estos últimos se incorporaron al grupo al final de la primera fase de gabinete, para la evaluación de esta información.

c. El método de evaluación de la tierra de la FAO para el uso de las tierras rurales comprende la descripción y la evaluación de factores físicos dentro de una unidad de planificación o unidad de tierra, el cual comprende:

Cuadro 6. Requerimientos de Datos Biofísicos de la Tierra para su Evaluación.

Datos Climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de ubicación (coordenadas) y elevación • Datos de precipitación • Datos de temperatura (máximas y mínimas) • Datos de humedad relativa
Zonas de vida	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de zonas de vida según Holdridge
Suelos y tierras	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de series de suelos existentes • Capacidad de infiltración de los suelos • Capacidad de uso de la tierra • Uso actual

d. Se realizó la fotointerpretación de las áreas y se realizó un mapa preliminar del uso actual según las categorías de la UGI modificadas por Alvarado, a escala 1:50,000 y también un mapa de pendientes, utilizando ArcView®, como software de reclasificación. El nivel de planificación se realizó a escala 1:50,000 debido a que es a nivel local y porque no existen estudios anteriores de la microcuenca lo cual no hay generados mapas con mayor detalle ni fotografías aéreas.

6.3 Fase de Campo

En esta fase se corroboraron y se modificaron los mapas obtenidos durante la primera fase de gabinete. Además se determinaron otras variables (ver Cuadro 7). La información socioeconómica generada fue primaria, se recabó mediante un diagnóstico rural participativo, desarrollado por el CUNORI a líderes comunitarios y sondeos dentro de las áreas bajo estudio, así también fue primaria la información biofísica que se generó.

Cuadro 7. Datos e Información Biofísica corroborada y/o determinada durante la fase de campo.

Fotointerpretación	<ul style="list-style-type: none"> • Se verificó en campo la fotointerpretación para observar si existía concordancia o no y corregirla.
Recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Agua superficial <ul style="list-style-type: none"> ○ Hidrografía ○ Hidrometría (aforo de su corriente principal hasta el punto de aforo) ○ Usos • Agua subterránea <ul style="list-style-type: none"> ○ Usos ○ Aforo de nacimientos principales
Cobertura y vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de cobertura • Clasificación de las áreas boscosas según su tipo (coníferas, latifoliadas, mixta) y según uso (protección y áreas productivas) • Inventario forestal
Problemas ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación • Erosión • Contaminación del agua • Contaminación atmosférica • Desechos sólidos
Tecnologías de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Labranza • Uso de fertilizantes y dosis • Uso de plaguicidas y dosis
Suelos y tierras	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de series de suelos existentes • Uso actual • Profundidad de suelo • Pedregosidad • Pendientes

- En cada uno de las anteriores actividades se georeferenciaron los lugares donde se ejecutaron estas actividades, con el propósito de llevar un control de las mismas.

6.4 Segunda Fase de Gabinete

En esta fase se procedió a evaluar las principales actividades de la tierra que son las siguientes:

- a. Se realizó un análisis de *árbol de problemas* o *árbol de causas y efectos* de todos los problemas y conflictos encontrados.
- b. Se describieron las unidades de mapeo de la tierra y derivación de las calidades de la tierra. Se clasificaron -cualitativamente o cuantitativamente- mediante la metodología del INAB la adecuación de la tierra y se describieron los tipos de uso de la tierra considerados según el INAB y establecieron sus requerimientos; se comparó el uso potencial y uso actual, mediante la generación de mapas en Arc View® y luego se realizó el traslape donde se obtuvo la intensidad de uso, donde se obtuvo el mapa de conflictos de uso de la tierra.
- c. Se desarrollaron alternativas de manejo para las zonas de conflicto, tanto agrícolas, forestales y agroforestales y se consensuaron con los actores dentro de estas áreas de conflicto para clasificar la tierra en una unidad de tierra que sea lo suficientemente intensiva como para suplir las necesidades de estas personas.
- d. Se realizó un análisis de rentabilidad de las alternativas de manejo donde se observó la alternativa que mostró los mejores niveles de viabilidad y de la tasa interna de retorno; un análisis social para saber si era aceptada y un análisis ambiental para saber si era sostenible y ponerla en marcha.
- e. Se presentaron los resultados de la evaluación, en mapas temáticos generados por ArcView ® a escala 1:50,000.
- f. Se realizó la propuesta del plan de manejo, con la cual se propuso el ordenamiento territorial y además de la adecuación de otros cultivos de importancia económica tanto agrícola como forestal.

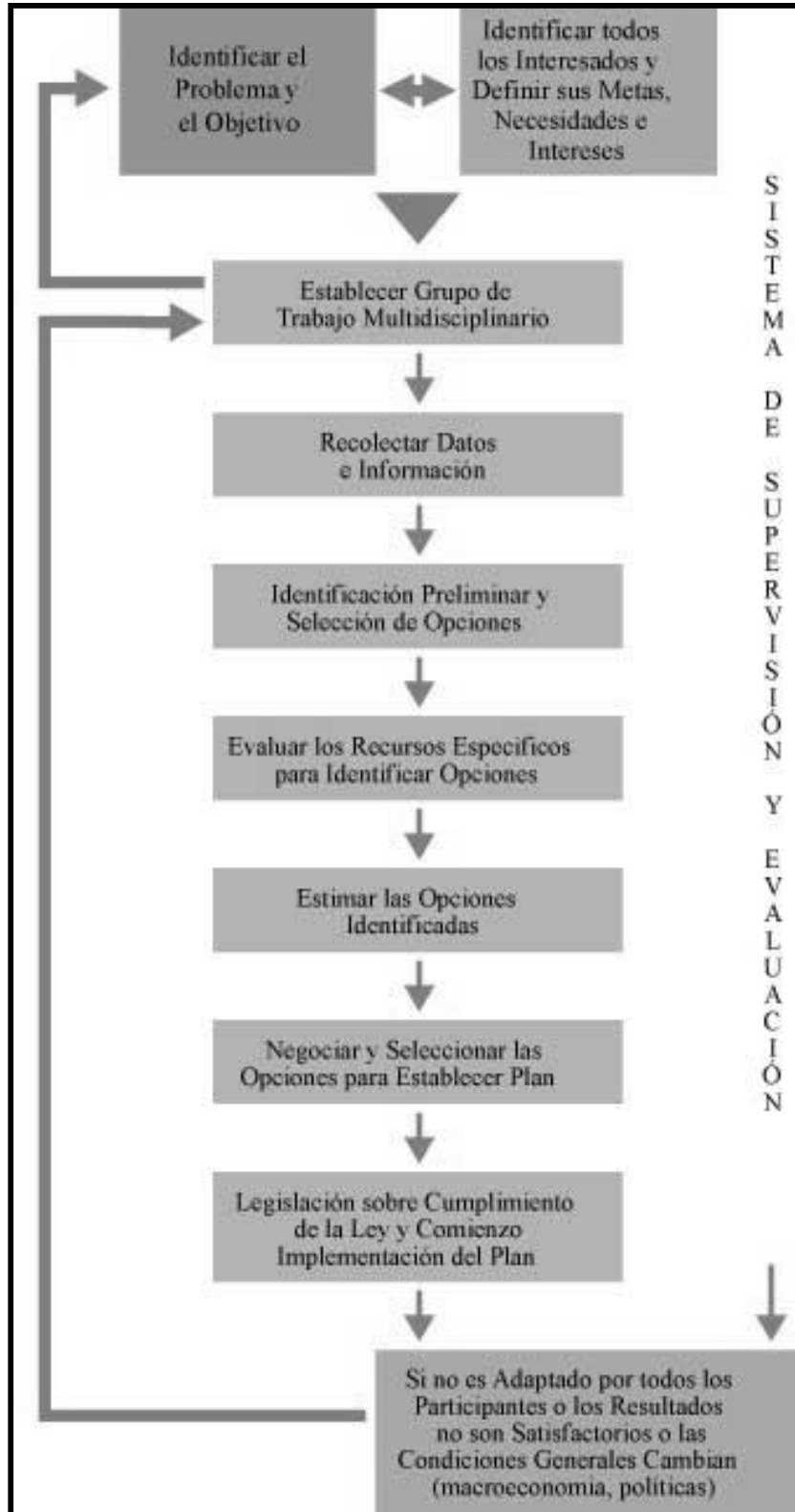


Figura 6. La metodología de la planificación del uso de la tierra (1).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Información Socioeconómica

7.1.1 Demografía

7.1.1.1. Población total por grupos etáreos y por género

La distribución de la población según los grupos de edades y según la distribución por género se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Población Total, por grupos etáreos y por género

Grupo de edad en años	Total de habitantes de ambos sexos	Porcentaje de habitantes totales	Total de habitantes de sexo masculino	Porcentaje de habitantes masculinos	Total de habitantes de sexo femenino	Porcentaje de habitantes masculinos
0 a 4	1,640	11.47%	859	6.01%	781	5.46%
5 a 9	1,858	12.99%	940	6.57%	918	6.42%
10 a 14	2,120	14.82%	1,082	7.56%	1,038	7.26%
15 a 19	1,780	12.44%	873	6.10%	907	6.34%
20 a 24	1,024	7.16%	411	2.87%	613	4.29%
25 a 29	765	5.35%	299	2.09%	466	3.26%
30 a 34	707	4.94%	282	1.97%	425	2.97%
35 a 39	668	4.67%	278	1.94%	390	2.73%
40 a 44	711	4.97%	345	2.41%	366	2.56%
45 a 49	580	4.06%	275	1.92%	305	2.13%
50 a 54	613	4.29%	299	2.09%	315	2.20%
55 a 59	448	3.13%	222	1.55%	226	1.58%
60 a 64	416	2.91%	211	1.48%	205	1.43%
65 a 69	279	1.95%	142	0.99%	136	0.95%
70 a 74	243	1.70%	125	0.87%	118	0.83%
75 a 79	211	1.48%	120	0.84%	91	0.64%
80 a 84	140	0.98%	72	0.50%	68	0.48%
85 y más	100	0.70%	57	0.40%	43	0.30%
TOTAL	14,303	100.00%	6,892	48.19%	7,411	51.81%

Fuente: INE 2002.

7.1.1.2. Densidad poblacional 50 habitantes/Km²

7.1.1.3. Población Económicamente Activa por grupo etáreo y por sexo

La población económicamente activa se encuentra concentrada en las edades de entre 15 hasta los 50 años y en su mayoría son los hombres los tienen el mayor porcentaje de participación.

Cuadro 9. Población Económicamente Activa por grupo etáreo y por sexo

Edad	Total	% Total	Hombres	% Hombres	Mujeres	% Mujeres
7 a 9	46	1.41%	40	1.22%	6	0.18%
10 a 14	280	8.57%	248	7.59%	32	0.98%
15 a 19	394	12.06%	337	10.32%	57	1.74%
20 a 24	307	9.40%	239	7.32%	68	2.08%
25 a 29	256	7.84%	210	6.43%	46	1.41%
30 a 34	241	7.38%	196	6.00%	45	1.38%
35 a 39	251	7.68%	216	6.61%	35	1.07%
40 a 44	321	9.83%	276	8.45%	45	1.38%
45 a 49	232	7.10%	204	6.24%	28	0.86%
50 a 54	254	7.77%	225	6.89%	29	0.89%
55 a 59	192	5.88%	173	5.30%	19	0.58%
60 a 64	173	5.30%	156	4.78%	17	0.52%
65 a 69	108	3.31%	105	3.21%	3	0.09%
70 a 74	79	2.42%	74	2.27%	5	0.15%
75 a 79	80	2.45%	74	2.27%	6	0.18%
80 a 84	33	1.01%	29	0.89%	4	0.12%
85 y más	20	0.61%	19	0.58%	1	0.03%
TOTAL	3267	100.00%	2821	86.35%	446	13.65%

Fuente: INE 2002.

7.1.2 Nivel de ingresos económicos:

7.1.2.1. Salarios mínimos:

Los salarios mínimos que se pagan dentro de la microcuenca son los siguientes:

- A. Salario No agrícola: Q. 40 a Q. 60 diarios.
- B. Salario Agrícola: Q.40 diarios por jornal laborado y Q. 5 la hora adicional.

7.1.2.2. Ingresos promedios

Los ingresos promedios que se obtienen mensualmente por los trabajadores dentro de la microcuenca son los siguientes:

- A. Salario No agrícola: Q. 1,200 a Q. 1,800 mensuales.
- B. Salario Agrícola: Q.1,200 mensuales a Q. 1,500 mensuales.

7.1.3 Educación

7.1.3.1. Nivel educativo por género, grupos etáreos en el área urbana

A. Nivel educativo del género masculino, grupos etáreos en el área urbana.

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución del nivel educativo de acuerdo a la edad en los hombres del área urbana:

Cuadro 10. Nivel educativo del género masculino, grupos etáreos en el área urbana

Grupo de edad en años	Población de 7 años y más									Porcentaje de habitantes totales
	Nivel de escolaridad									
	Total	Ninguno	Preprimaria	PRIMARIA		MEDIA		SUPERIOR		
				Primero a Tercero	Cuarto a Sexto	Básicos	Diversificado	Incompleta	Completa	
7 a 9	90	6	0	83	1	0	0	0	0	8.57%
10 a 14	143	1	0	31	78	33	0	0	0	13.62%
15 a 19	149	3	0	12	26	48	58	2	0	14.19%
20 a 24	93	5	0	10	28	10	37	2	1	8.86%
25 a 29	57	2	0	12	24	4	13	1	1	5.43%
30 a 34	57	2	0	8	22	5	18	0	2	5.43%
35 a 39	58	8	0	6	22	6	16	0	0	5.52%
40 a 44	79	18	0	10	32	2	14	1	2	7.52%
45 a 49	63	9	0	19	17	4	11	2	1	6.00%
50 a 54	59	16	0	14	15	3	8	0	3	5.62%
55 a 59	42	9	0	18	6	3	4	0	2	4.00%
60 a 64	39	16	0	15	6	0	2	0	0	3.71%
65 a 69	30	11	0	12	4	0	3	0	0	2.86%
70 a 74	37	12	0	15	8	0	2	0	0	3.52%
75 a 79	24	15	0	8	1	0	0	0	0	2.29%
80 a 84	12	8	0	3	1	0	0	0	0	1.14%
85 y más	18	8	0	9	1	0	0	0	0	1.71%
TOTAL	1,050	149	0	285	292	118	186	8	12	100.00%

Fuente: INE 2002.

B. Nivel educativo del género femenino, grupos etáreos en el área urbana

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución del nivel educativo de acuerdo a la edad en las mujeres del área urbana:

Cuadro 11. Nivel educativo del género femenino, grupos etáreos en el área urbana

Grupo de edad en años	Población de 7 años y más									Porcentaje de habitantes totales
	Nivel de escolaridad									
	Total	Ninguno	Preprimaria	PRIMARIA		MEDIA		SUPERIOR		
Primero a Tercero				Cuarto a Sexto	Básicos	Diversificado	Incompleta	Completa		
7 a 9	83	2	2	78	1	0	0	0	0	6.81%
10 a 14	163	6	0	26	91	40	0	0	0	13.38%
15 a 19	163	12	0	13	31	38	67	2	0	13.38%
20 a 24	117	9	0	14	18	10	61	4	1	9.61%
25 a 29	105	12	0	15	39	12	24	2	1	8.62%
30 a 34	94	12	0	27	32	8	15	0	0	7.72%
35 a 39	70	12	0	25	14	4	13	1	1	5.75%
40 a 44	74	12	0	20	23	1	16	2	0	6.08%
45 a 49	62	7	0	16	26	2	10	0	1	5.09%
50 a 54	75	26	0	22	20	1	4	1	1	6.16%
55 a 59	51	15	0	25	8	0	3	0	0	4.19%
60 a 64	45	23	0	12	7	0	3	0	0	3.69%
65 a 69	36	22	0	10	2	1	1	0	0	2.96%
70 a 74	28	11	0	13	3	0	1	0	0	2.30%
75 a 79	23	12	0	6	4	0	1	0	0	1.89%
80 a 84	17	11	0	5	0	0	1	0	0	1.40%
85 y más	12	8	0	1	2	1	0	0	0	0.99%
TOTAL	1,218	212	2	328	321	118	220	12	5	100.00%

Fuente: INE 2002.

7.1.3.2. Nivel educativo por género, grupos etáreos en el área rural

A. Nivel educativo del género masculino, grupos etáreos en el área urbana.

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución del nivel educativo de acuerdo a la edad en los hombres del área rural:

Cuadro 12. Nivel educativo del género masculino, grupos etáreos en el área urbana

Grupo de edad en años	Población de 7 años y más									Porcentaje de habitantes totales
	Nivel de escolaridad									
	Total	Ninguno	Preprimaria	PRIMARIA		MEDIA		SUPERIOR		
Primero a Tercero				Cuarto a Sexto	Básicos	Diversificado	Incompleta	Completa		
7 a 9	506	149	15	326	16	0	0	0	0	10.91%
10 a 14	939	147	0	323	392	77	0	0	0	20.24%
15 a 19	724	120	0	121	260	153	69	1	0	15.61%
20 a 24	318	72	0	60	140	22	21	1	2	6.85%
25 a 29	242	65	0	61	99	10	6	0	1	5.22%
30 a 34	225	54	0	52	101	12	5	1	0	4.85%
35 a 39	220	66	0	60	81	8	5	0	0	4.74%
40 a 44	266	90	0	110	58	4	3	1	0	5.73%
45 a 49	212	78	0	95	34	2	3	0	0	4.57%
50 a 54	240	121	0	94	23	2	0	0	0	5.17%
55 a 59	180	103	0	59	17	0	1	0	0	3.88%
60 a 64	172	120	0	42	10	0	0	0	0	3.71%
65 a 69	112	76	0	33	3	0	0	0	0	2.41%
70 a 74	88	64	0	18	6	0	0	0	0	1.90%
75 a 79	96	70	0	22	4	0	0	0	0	2.07%
80 a 84	60	53	0	5	1	0	1	0	0	1.29%
85 y más	39	29	0	8	2	0	0	0	0	0.84%
TOTAL	4,639	1,477	15	1,489	1,247	290	114	4	3	100.00%

Fuente: INE 2002.

C. Nivel educativo del género femenino, grupos etáreos en el área rural.

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución del nivel educativo de acuerdo a la edad en las mujeres del área rural:

Cuadro 13. Nivel educativo del género femenino, grupos etáreos en el área rural

Grupo de edad en años	Población de 7 años y más									Porcentaje de habitantes totales
	Nivel de escolaridad									
	Total	Ninguno	Preprimaria	PRIMARIA		MEDIA		SUPERIOR		
Primero a Tercero				Cuarto a Sexto	Básicos	Diversificado	Incompleta	Completa		
7 a 9	442	116	15	303	8	0	0	0	0	8.81%
10 a 14	875	95	1	294	420	65	0	0	0	17.43%
15 a 19	744	97	0	164	321	110	52	0	0	14.82%
20 a 24	496	96	0	142	197	26	33	2	0	9.88%
25 a 29	361	87	0	105	149	6	11	3	0	7.19%
30 a 34	331	80	0	123	117	6	4	1	0	6.59%
35 a 39	320	109	0	107	92	10	2	0	0	6.38%
40 a 44	292	118	0	102	65	2	4	1	0	5.82%
45 a 49	243	125	0	91	25	0	2	0	0	4.84%
50 a 54	239	159	0	69	9	0	2	0	0	4.76%
55 a 59	175	124	0	48	3	0	0	0	0	3.49%
60 a 64	160	102	0	52	6	0	0	0	0	3.19%
65 a 69	101	69	0	30	2	0	0	0	0	2.01%
70 a 74	90	76	0	13	1	0	0	0	0	1.79%
75 a 79	68	58	0	7	2	0	1	0	0	1.35%
80 a 84	51	50	0	1	0	0	0	0	0	1.02%
85 y más	31	26	0	3	2	0	0	0	0	0.62%
TOTAL	5,019	1,587	16	1,654	1,419	225	111	7	0	100.00%

Fuente: INE 2002.

7.1.4 Influencia de lenguas mayas

7.1.4.1. Población total por pertenencia étnica, según edad (hombres y mujeres)

Cuadro 13. Población Total por pertenencia étnica según edad incluyendo ambos géneros

Grupo de edad en años	Población total						Porcentaje de habitantes totales
	Nivel de escolaridad						
	Total	Pertenencia étnica					
Maya		Garífuna	Xinka	Ladino	Otro		
0 a 4	1,640	2	0	3	1,635	0	11.47%
5 a 9	1,858	1	0	0	1,857	0	12.99%
10 a 14	2,120	2	0	0	2,118	0	14.82%
15 a 19	1,780	0	0	1	1,779	0	12.45%
20 a 24	1,024	0	0	1	1,022	1	7.16%
25 a 29	765	0	0	0	765	0	5.35%
30 a 34	707	0	0	0	707	0	4.94%
35 a 39	668	0	0	0	668	0	4.67%
40 a 44	711	0	0	0	711	0	4.97%
45 a 49	580	0	0	0	580	0	4.06%
50 a 54	613	0	0	0	613	0	4.29%
55 a 59	448	0	1	0	447	0	3.13%
60 a 64	415	0	0	0	415	0	2.90%
65 a 69	279	0	0	0	279	0	1.95%
70 a 74	243	0	0	0	243	0	1.70%
75 a 79	211	0	0	0	211	0	1.48%
80 a 84	140	0	0	0	140	0	0.98%
85 y más	100	0	0	0	100	0	0.70%
TOTAL	14,302	5	1	5	14,290	1	100.00%

Fuente: INE 2002.

7.1.5 Migraciones

7.1.5.1. Inmigración:

A. Origen

Los principales centros de origen de migración para la microcuenca son los municipios de San Manuel Chaparrón, Jalapa; Ipala, Chiquimula; Santa Catarina Mita, Jutiapa; Jalapa, Jalapa y Chiquimula, Chiquimula.

B. Causas

Las principales causas de la inmigración se deben a que la mano de obra que representan estas personas es consumida en su mayoría en las zonas agrícolas y ganaderas que tienen grandes extensiones dentro de la microcuenca.

7.1.5.2. Emigración

C. Origen

El principal destino de los emigrantes es Estados Unidos de América, en los estados de California, Georgia, NewYork, Washington e Illinois.

D. Causas

La principal causa de la emigración se debe a la poca oferta de empleo dentro de la microcuenca, además de servir como impulsador económico para la zona por el envío de remesas a los familiares que se quedan en el país. Lo cual conlleva a una mejora económica de parte de los familiares de estos migrantes.

7.1.6 Tenencia de la Tierra

La tenencia de la tierra en la microcuenca muestra un comportamiento en el cual aparecen 239 fincas menores a 1 hectárea, 576 fincas de entre 0.7 a 1.4 hectáreas y 866 fincas entre 1.4 a 3.5 hectáreas, en la mayoría de los casos, las fincas menores a 1 hectárea se encuentran en zonas de vocación forestal por lo que se encuentran en zonas de sobreuso, mientras que las fincas de entre 1.4 a 3.5 hectáreas se encuentran en las zonas con vocación de agricultura con mejoras. En el cuadro 15 se puede observar esta tendencia, y cuáles son los tenientes (personas individuales, cooperativas, etc.)

Cuadro 15. Población Total, por grupos etáreos y por género

Municipio de Agua Blanca, Tamaño de la finca	Total		Condición Jurídica del productor(a)													
			Persona individual		Sociedad de hecho		Cooperativa		Sociedad de derecho		Comunal		Estatal		Otra	
	Fincas	Has.	Fincas	Has.	Fincas	Has.	Fincas	Has.	Fincas	Has.	Fincas	Has.	Fincas	Has.	Fincas	Has.
Menores de 1 Hectárea	239	75.24	235	74.19	0	0	2	0.7	0	0	1	0.13	0	0	1	0.22
De 0.7 a menos de 1.4 Has.	576	448.98	564	439.1	1	1.05	9	7.43	0	0	1	0.7	0	0	1	0.7
De 1.4 a menos de 3.5 Has.	866	1,587.80	840	1,534.83	1	2.1	21	41.77	0	0	3	6.3	0	0	1	2.8
De 3.5 a menos de 7 Has.	175	787.87	173	780.15	0	0	1	4.2	0	0	0	0	0	0	1	3.52
De 7 a menos de 23 Has.	176	2,037.65	163	1,899.40	0	0	10	110.25	0	0	3	28	0	0	0	0
De 23 a menos de 45 Has.	36	1,087.81	33	997.47	0	0	2	65.84	1	24.5	0	0	0	0	0	0
De 1 Caballerías. a menos de 10 caballerías	30	2,178.40	28	2,033.50	0	0	2	144.9	0	0	0	0	0	0	0	0
De 10 Caballerías. a menos de 20 caballerías	1	700.7	1	700.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
De 20 Caballerías. a menos de 50 caballerías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
De 50 Caballerías. y mas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: INE 2002.

7.1.7 Infraestructura física y servicios

Dentro de la microcuenca no se cuentan con hospitales, pero se tienen tres puestos de salud (en la aldea El Tempisque y El Amatillo) y un centro de salud en la cabecera municipal.

Se tiene una escuela en cada comunidad dentro de la microcuenca.

Se tiene un salón comunal en cada comunidad dentro de la microcuenca.

Las carreteras de acceso dentro de la microcuenca son todas de terracería

Se cuenta con energía eléctrica en cada comunidad dentro de la microcuenca.

Se cuenta con sistema de drenajes entubados dentro de la cabecera municipal y en las demás zonas se tiene drenaje superficial y fosas sépticas.

Se cuenta con un mercado formal en la cabecera municipal en donde los pobladores del municipio hacen sus compras de productos los días martes que es el día de mercado.

7.1.8 Salud y Sanidad Pública

7.1.8.1. Información general sobre salud y sanidad pública en la microcuenca

Dentro de la microcuenca hay varios indicadores generales sobre salud y sanidad pública, los que se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16. Información general sobre salud y sanidad pública en la microcuenca

Asignación por cápita para salud	Q65.76
Tasa de mortalidad infantil (x1, 000 NV)	30.9
Tasa de Mortalidad Materna	10.00%
Esperanza de vida al nacer	65.4 años
Cobertura de vacunación < 1 año	100%

Fuente: Centro de Salud municipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa. 2002

7.1.8.2. Incidencia de las enfermedades por número de casos atendidos según diagnóstico de consulta en el año 2002

Cuadro 17. Incidencia de las enfermedades por número de casos atendidos en la microcuenca

Diagnóstico de Consulta	Número de Casos	%
Infecciones respiratoria agudas	3,794	24
Parasitismo intestinal	1,369	9
Enfermedad péptica	1,200	8
Infecciones del Tracto Uterino	916	6
Diarreas	905	6
Enfermedades de la piel	789	5
Anemia	402	3
Artritis reumática	391	3
Conjuntivitis	274	2
Hipertensión arterial	162	1
Resto de causas	4,986	33
Total	15,188	100

Fuente: Centro de Salud municipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa. 2002

7.2 Mapa de intensidad de uso de la tierra o mapa de conflictos:

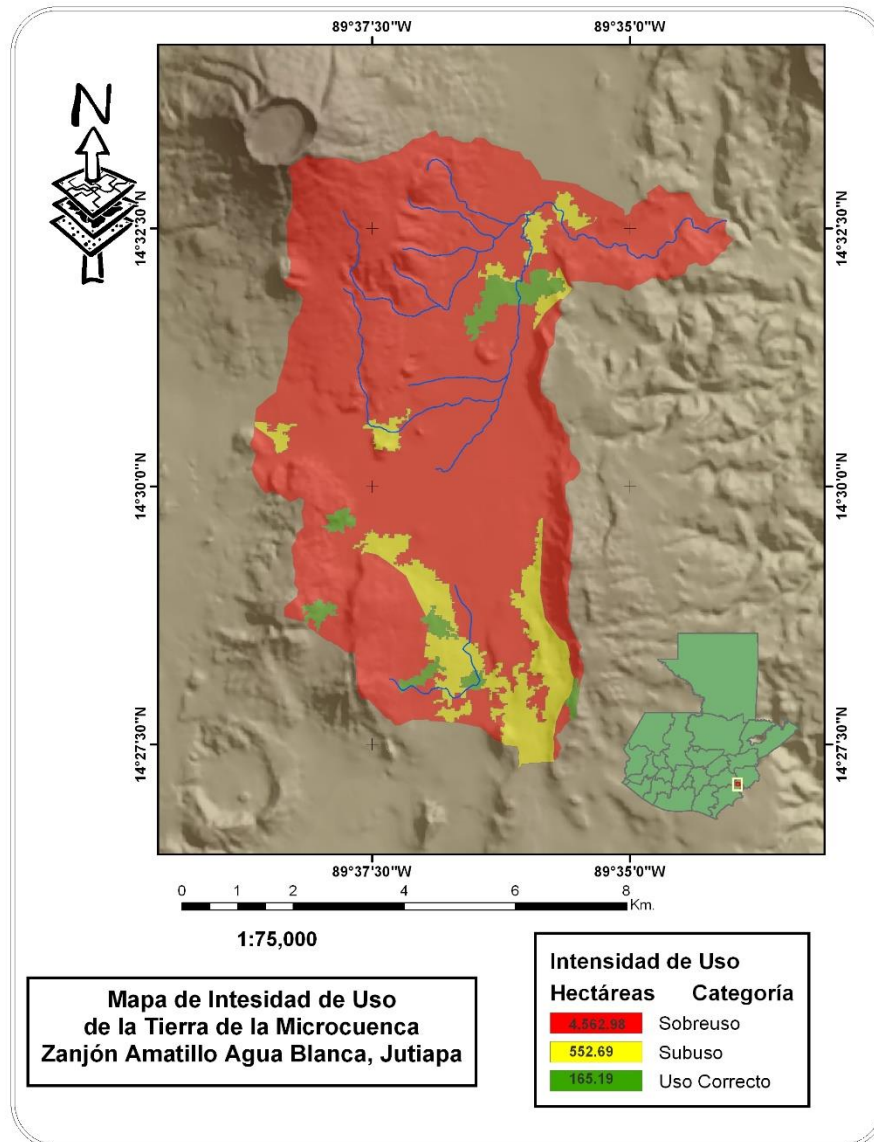


Figura 7. Mapa de intensidad de uso de la tierra de la microcuenca “Zanjón Amatillo”, Agua Blanca, Jutiapa

Dentro de este mapa se obtuvieron las siguientes áreas de intensidad de uso:

- Sobreuso 4,562.98 Has
- Subuso 552.69 Has
- Uso correcto 165.19 Has

7.3 Mapa de Uso Actual de la tierra

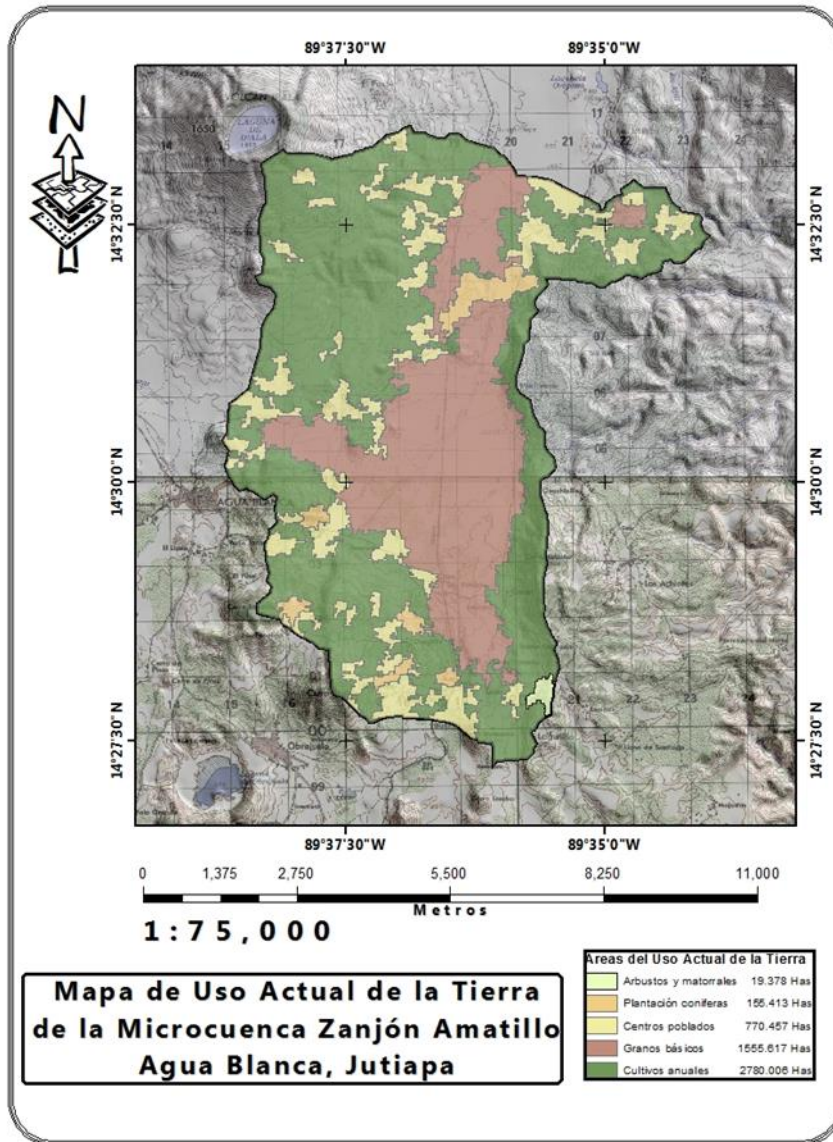


Figura 8. Mapa de uso actual de la microcuenca “Zanjón Amatillo”, Agua Blanca, Jutiapa

Dentro de este mapa se obtuvieron las siguientes áreas de uso:

- Arbustos y matorrales 19.378 Has
- Plantaciones de coníferas 155.413 Has
- Centros poblados 770.457 Has
- Granos básicos 1,555.617 Has
- Cultivos anuales 2,780.006 Has

7.4 Mapa de capacidad de uso de la tierra

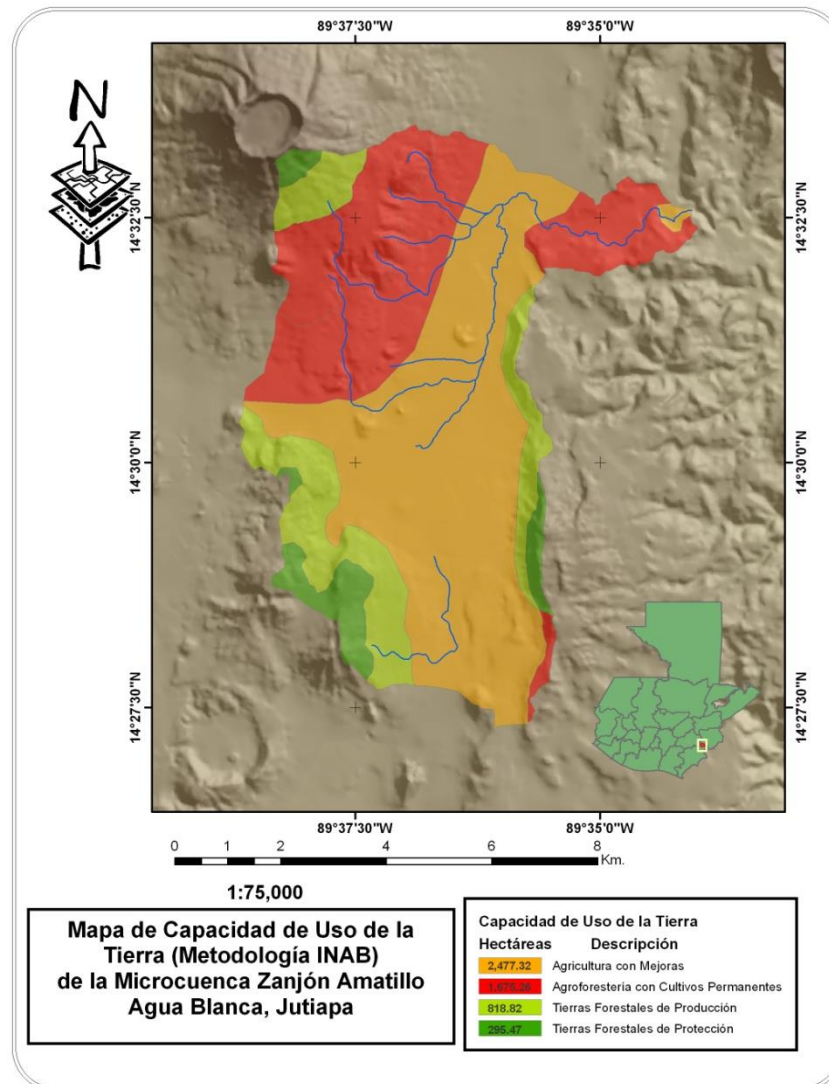


Figura 9. Mapa de la capacidad de uso de la microcuenca “Zanjón Amatillo”, Agua Blanca, Jutiapa.

- Agricultura/Agricultura con mejoras 2,477.32 Has
- Agroforestería permanente/Forestal de producción 1,676.26 Has
- Tierras Forestales de Producción 818.82 Has
- Tierras Forestales de Protección 295.47 Has

7.5 Análisis social

Para la elaboración del diagnóstico municipal se utilizó la metodología del Mapa Parlante, esta fue expuesta y consensuada con el equipo municipal de planificación; para ello, se desarrolló un taller de capacitación a los técnicos de la Oficina Municipal de Planificación -OMP-, y el resto de personas que integraron el equipo técnico. El proceso de planificación participativa es interactivo -sencillo de aplicar- lo que permitió la ubicación visual de las condicionantes, deficiencias y potencialidades, tanto biofísicas, socioeconómicas y productivas a través de mapas parlantes o temáticos. Además, otro elemento fundamental e importante fue la definición del esquema y contenido para todos los documentos; es decir, de los Planes Estratégicos Participativos -PEP's-.

Para su desarrollo, se llevaron a cabo 2 talleres participativos, en el primero, fue integrado por los 8 sectores definidos por el equipo técnico, en el primer taller, se agruparon a todos las instituciones y sectores organizados para definir sus condicionantes, deficiencias, potencialidades y los proyectos que contribuirán a mejorar las principales deficiencias y utilizar aquellas potencialidades que no han sido aprovechadas para el desarrollo del municipio. En el segundo taller, se reunieron a representantes de los 8 sectores y al Consejo Municipal de Desarrollo -COMUDE-, se discutió y analizó la propuesta elaborada en el primer taller, la cual fue comparada con la demanda de necesidades y proyectos por comunidad presentada por cada uno de los Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODES-, para finalmente tener una propuesta integrada.

La propuesta integrada fue fortalecida a través de la recopilación y sistematización de información secundaria del municipio (diagnósticos, censos de población, vivienda y agropecuario y un análisis con cartografía digital, a través del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica -SIG-CHIQUIMULA-, del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-).

7.5.1 Condicionantes de desarrollo

Las condicionantes se definen como todos aquellos elementos que caracterizan la situación y condicionan la acción en el municipio y que deben ser consideradas en la planificación, es decir, condiciones físicas y naturales del medio ambiente urbano y rural, limitaciones o restricciones que deben ser considerados muchas veces como elementos que demandan preservación, recuperación, protección y mantenimiento.

Bajo este marco, en plenaria con el apoyo del equipo técnico municipal se identificaron como condicionantes que fueron consideradas en la planificación estratégica participativa municipal, las siguientes:

Cuadro 18. Condicionantes de desarrollo dentro de la microcuenca

Condicionantes de desarrollo dentro de la microcuenca		
No.	Qué	Dónde
1	Laguna de Obrajuelo	Aldea Obrajuelo
2	Laguna de Ipala	Aldea Monte Rico
3	Frontera a el Salvador por Talquezal	Aldea Talquezal
4	Frontera a el Salvador por Santa Bárbara	Caserío Santa Bárbara
5	Riío Talquezal	Aldea Talquezal
6	Cataratas y Cuevas de la Iglesia las Cañas	Caserío las Majadas
7	Ruinias del Palacio Montezuma	Aldea Papalhuapa
8	Ruta Panamericana	Cabecera Municipal
9	Tendido Eléctrico	Todo el Municipio
10	Bosque el Pinal	Caserío El Pinal
11	Suelos Fértiles	Área del Volcán de Ipala
12	Acceso a Comunidades	La mayoría de las comunidades

Fuente: Elaboración propia, municipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa. 2002

7.5.2 Deficiencias

Están caracterizadas por elementos, amenazas, debilidades que causan problemas, que demandan inversiones y acciones para eliminarlas, solucionar problemas y proveer servicios. Principalmente se trata de medio ambiente en deterioro, peligro, uso inadecuado o de infraestructura y servicios deficientes.

7.5.3 Potencialidades

Son los elementos, oportunidades o fortalezas hasta ahora no aprovechadas y que pueden servir para mejorar la situación al ser incorporadas adecuadamente al desarrollo y que deben ser protegidos contra el abuso o deterioro, en general son elementos del ambiente natural con potencial de uso sostenible.

7.5.4 Diagnóstico por Sector

En el proceso de elaboración del Plan Estratégico Participativo Municipal se acordó con el equipo técnico municipal, hacer diagnósticos en 8 sectores:

7.5.4.1. Sector Educación

- A. La educación formal y no formal en el municipio
- B. La infraestructura Educativa
- C. Profesionalización

Cuadro 19. Cobertura y Déficit del Sistema Educativo Según Nivel en el año 2002.

Ciclo	Población en Edad Escolar	Inscripción Escolar	Déficit de Cobertura Escolar %
Preprimaria (3-6 años)	960	217	77
Primaria (7-12 años)	2,773	2,632	5
Básicos (13 - 18 años)	1,318	587	55
Diversificado (19 y más años)	1,105	253	77
Totales	6,156	3,689	40

Fuente: Supervisión del Ministerio de Educación, municipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa.

La mayor cobertura del sistema educativo es en el nivel primario y presenta el mayor déficit en cuanto a atención a los jóvenes en edad de asistir al ciclo diversificado.

Cuadro 20. Cobertura y Déficit del Sistema Educativo Según Nivel en el año 2002.

Nivel de escolaridad	1994	2002
Preprimaria	1.4	1.3
Primaria	89.7	82.7
Media	8.5	14.6
Superior	0.4	1.3
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia con base a datos de la Supervisión Técnica de Educación Municipal. 2002

Cálculos realizados por el Instituto Nacional de Estadística INE para 1994, la población por nivel de escolaridad en comparación con el año 2002, el nivel medio ascendió y el nivel superior

Como se aprecia en el cuadro anterior, la mayor parte de la población estudiantil (82.7%) se concentra en el nivel primario. Para el ciclo básico el porcentaje de inscripción escolar es bajo, menos de la mitad de la población en edad escolar. Esta situación se da por falta de medios colectivos de transporte de las áreas rurales hacia la cabecera municipal, que es en donde se encuentra el único establecimiento de educación básica.

Asimismo se observa que el mayor número de maestros, se concentra en el nivel primario y que el promedio de alumnos que atienden es de 30, por grado en el nivel de preprimaria atienden a 24 alumnos y 24 en básicos y 12 en diversificado.

Cuadro 21. Promedio de Alumnos por Maestro Según Nivel Educativo del año 2002.

Nivel Educativo	Alumnos Inscritos	%	Número De Maestros	Promedio de Alumnos por Maestro
Preprimaria	217	6	9	24
Primaria	2,632	71	88	30
Básicos	587	16	24	24
Diversificado	253	7	21	12
Total	3,689	100	142	26

Fuente: Elaboración propia con base a datos de la Supervisión Técnica de Educación Municipal. 2002

7.6 Plan de manejo de las áreas detectadas:

El plan de manejo se propone en base a las áreas detectadas según el mapa de reordenamiento territorial.

Áreas detectadas:

1. Agricultura con mejoras.
2. Agroforestería con cultivos anuales
3. Agroforestería con cultivos permanentes.
4. Plantación de coníferas.
5. Tierras forestales de protección.

7.6.1 Agricultura con mejoras y Agroforestería con cultivos anuales:

Por las características del municipio no se implementan grandes extensiones de cultivos permanentes ya que según las características climáticas pueden implementarse proyectos de cítricos y en algunas áreas Aguacate (*Persea americana*). Por esta razón se recomienda la incorporación de materia orgánica para aquellas áreas aptas para este tipo de cobertura, o se incorporen a la clase de producción forestal, en cuyas extensiones mayores pueden optar a los programas PINFOR y en las áreas menores a las PINPET.

En las tierras agrícolas es la profundidad del suelo no mayor a 50 centímetros, se deben utilizar las mejoras enfocadas en la generación de un perfil del suelo de origen orgánico. Esto se deberá de hacer a través de la incorporación de rastrojos de pastos o restos de hojas de árboles sembrados antes o alrededor de los cultivos comerciales de la región (predominantemente tomate y chile pimiento). Esta incorporación se puede hacer en la preparación mecánica del suelo, a través de la mecanización (arado y rastra) del suelo.

Los rastrojos que se recomiendan incorporar en el suelo son los siguientes:

Cuadro 22. Especies que se pueden incorporar al suelo para generar mejores perfiles.

<i>Lupinus albus</i>	Lupino blanco	Se incorpora en la floración, cuando su contenido de nutrientes es el óptimo y tiene la mayor cantidad de biomasa para incorporar.
<i>Lupinus angustifolius</i>	Lupino azul	Se incorpora en la floración, cuando su contenido de nutrientes es el óptimo y tiene la mayor cantidad de biomasa para incorporar.
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Se incorpora en la floración, cuando su contenido de nutrientes es el óptimo y tiene la mayor cantidad de biomasa para incorporar.
<i>Jatropha curcas</i>	Piñon	Se incorporan las hojas y los brotes tiernos al suelo.
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Se incorporan las hojas y los brotes tiernos al suelo. También puede usarse como cultivo de cobertura para malezas en los primeros estadíos de crecimiento de las plantas.

Fuente: FAO. 2010

7.6.2 Agroforestería con cultivos permanentes, Forestal de Producción y Protección

El fin primordial de estas áreas es la protección y conservación del suelo por lo que se recomienda que se implementen dos programas, estos para manejar las áreas con bosque ya sea de producción o protección pero que pueden ser enriquecidas con incorporación de plantas nativas de valor económico que permitan su manejo, y el otro programa de reforestación para las áreas sin cobertura o con sobre uso y en la cual se pueda asociar cultivos anuales mientras se establece la producción forestal.

7.6.2.1. Programa De Repoblación Forestal

7.6.2.2. Enriquecimiento De Áreas Con Bosque

Este tratamiento consiste en enriquecer las áreas boscosas existentes y que se encuentren cercanas a las áreas de intervención y que no sufran extracción forestal directa pero que se vean afectadas por las actividades silviculturales; se hará la repoblación de árboles y arbustos en proporciones naturales, y en algunos casos en forma directa en el suelo de especies nativas.



Figura 10. Proceso de regeneración del bosque de la microcuenca “Zanjón Amatillo”, Agua Blanca, Jutiapa

En las áreas donde la densidad sea menor a la del resto del estrato se hará un enriquecimiento de plantas, procedentes de los viveros de producción dentro de la finca el cual se describe en el proyecto de reforestación.

7.6.2.3. Proyecto De Reforestación

El proyecto de reforestación se realiza con la finalidad de aumentar y mejorar la cobertura dentro del municipio y con fines de mejorar el entorno y calidad de vida de los habitantes, además de la recuperación de las áreas de sobreuso y sub uso que podrían sufrir cambio de uso del suelo, por lo que se pretende impulsarlo desde el primer año de manejo en áreas desprovistas de cobertura forestal. Para esto se pretende reforestar todas las áreas que posee sobre uso, puesto que en su mayoría son áreas con cultivos anuales o sin cobertura. Además se pretende reforestar las áreas donde se aplicó tala por cambio de uso agrícola y que en lo sucesivo no se necesitara el espacio abierto o no afecta la producción agrícola. El plan de reforestación se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 23. Plan de reforestación para las áreas denominadas forestales de protección y de producción.

Año	Etapas	Rodal
2015	Establecimiento	Forestal Producción y Protección
2016	Mantenimiento 1	Forestal Producción y Protección
2017	Mantenimiento 2	Forestal Producción y Protección
2018	Raleo 1	Forestal Producción
2019	Raleo 2	Forestal Producción
2022	Entresaque	Forestal Producción
2026	Entresaque Selectivo	Forestal Producción
2030	Corta Final	Forestal Producción

Para la reforestación y el enriquecimiento de bosque natural se plantea la instalación de un vivero permanente y la contratación de personal permanente, más personal temporario para la época de reforestación.

7.6.2.4. Vivero Forestal

Con la finalidad de enriquecer las áreas de recuperación se hará necesario crear un vivero que funcionara por un periodo prolongado, el cual puede luego de restaurar las fincas de la empresa prestar servicio al resto del área protegida.

7.6.2.5. Almacigo

El tamaño de los almacigos será de 1 metro de ancho por 10 metros de largo. Se harán camas altas de 10 a 15 centímetros. La orientación será de Este a Oeste, para que reciban sombra del área de germinado. El rendimiento del almacigo por metro cuadrado, para semillas de 10 milímetros está calculado de 2,000 a 2,500 plántulas aptas para repicar.

7.6.2.6. Camas De Repique

Tienen las mismas dimensiones y funciones que los almacigos (un metro de ancho por diez metros de largo), en la misma orientación son utilizadas para plantas de mayor tamaño, esquejes, o de condiciones especiales para germinar. Las camas se hacen bajo el nivel del suelo a unos veinte centímetros de profundidad.

Preparación de una mezcla de tierra y arena para el almacigo:

5 partes de tierra negra;

3 partes de tierra arcillosa; y

2 partes de arena.

La tierra y la arena deben zarandearse en una malla de 1/4".

7.6.2.7. Formas De Siembra:

Debido a la gran cantidad de especies se tendrán tres alternativas en la siembra de almacigos:

A. Al Voleo

La semilla se dispersa uniformemente en toda la superficie de la cama

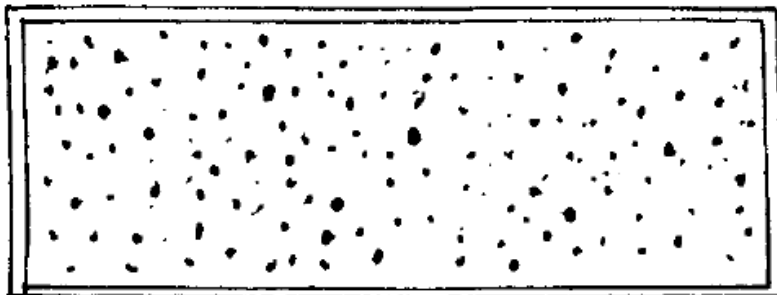


Figura 11. Distribución de la semilla a través del método de siembra al voleo.

B. En Líneas

Abrir pequeños surquitos, encima dejar caer las pequeñas semillas, luego se recubre con tierra.

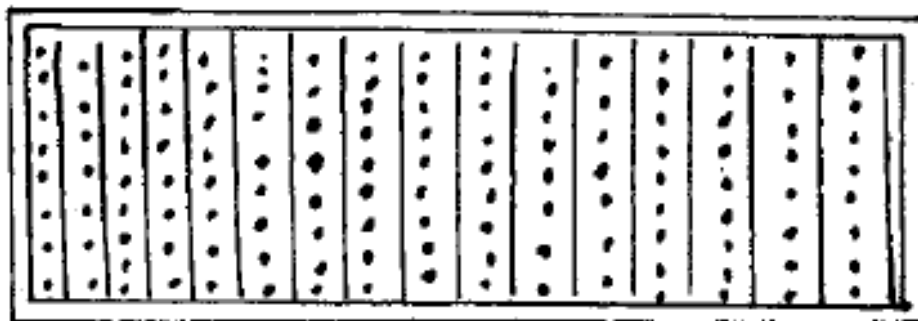


Figura 12. Distribución de la semilla a través del método de siembra en líneas.

C. Directa en Bolsas

En las bolsas llenas con la mezcla, se sembrara una o dos semillas directamente.

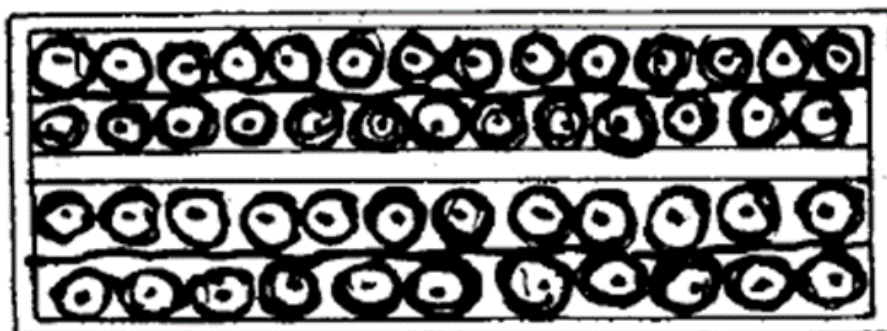


Figura 13. Distribución de la semilla a través del método de siembra directo en bolsas.

7.6.2.8. Caminos Y Construcciones

Los caminos y senderos deberán ser cuidadosamente trazados y mantenidos, se deberán construir algunos ambientes indispensables como: almacén, casa para guardián, pasillos dentro del área de vivero, esto se localizara en una zona no boscosa dentro del área del proyecto.

7.6.2.9. Tratamientos Pre-Germinativos

Algunas semillas, generalmente duras, necesitan un tratamiento antes de sembrarlas, las que contengan estas características de las especies nativas se pondrán a remojar durante 10 minutos en agua hirviendo por ejemplo, remojar en agua de 12 a 24 horas antes de sembrar. Existen otros tratamientos, como el remojo en ácido sulfúrico, el raspado de la cáscara dura de la semilla con una lima tratamiento que se aplicará de ser necesario.

7.6.2.10. Profundidad De Siembra

La profundidad depende del tamaño de la semilla, las semillas pequeñas se sembrarán superficialmente, mientras que las grandes se colocan a una profundidad de 1 a 2 centímetros. Como regla general "la semilla se siembra a una profundidad igual a su tamaño".

7.6.2.11. Riegos

El día anterior a la siembra del almácigo se regaran las camas y otra vez media hora antes; Inmediatamente después de la siembra se riega una vez más.

7.6.2.12. Protección

Se tapaná el almácigo con paja para evitar cambios bruscos de humedad y temperatura. Para proteger del sol, se utiliza tendales de -carrizo o paja.

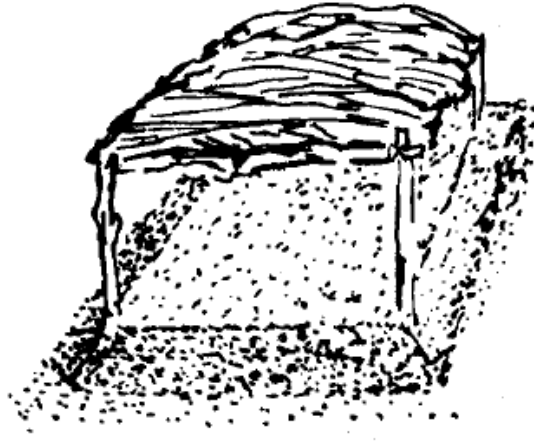


Figura 14. Esquema de la protección sugerida para el almácigo de siembra.

7.6.2.13. Producción De Plantones Por Estacas

Algunas especies se adaptan mejor a la producción por estacas, Las estacas de 15 a 30 centímetros. Se obtienen de las ramas superiores de las especies a reproducir y deben estar bien lignificadas.

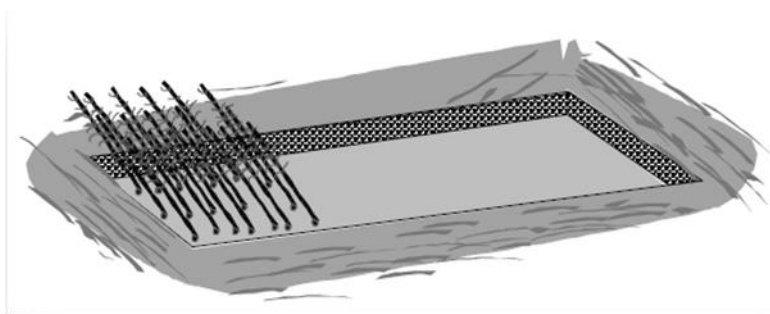


Figura 15. Distribución de las estacas en el almácigo de siembra.

7.6.2.14. Embolsado

Las bolsas serán llenadas completamente con la mezcla indicada, con golpes de dos dedos y varias sacudidas rápidas, deberán mantenerse verticales y lo más redondas posibles. Nunca se deberán aplanarlas.

3 partes de tierra agrícola o tierra negra.

2 parte de arena.

1 parte de estiércolo guano (ovino o vacuno).

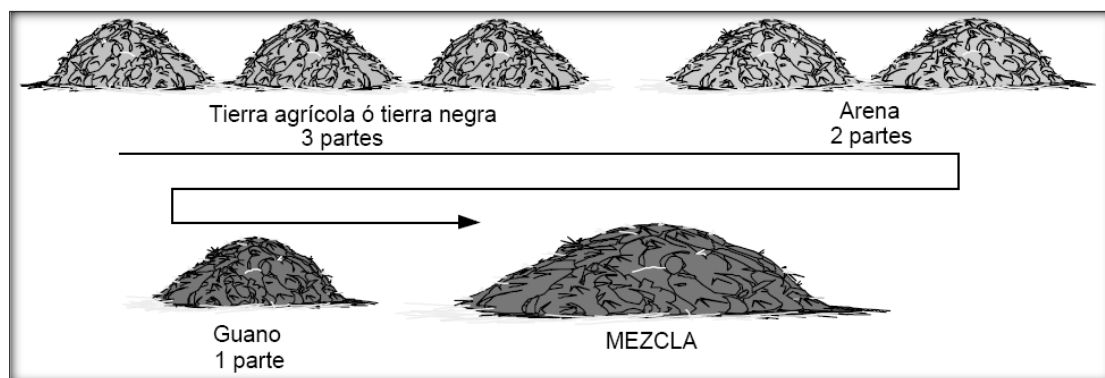


Figura 16. Relación de la cantidad de tierra negra, arena y estiércol (guano) a utilizar en la mezcla de las bolsas para el vivero forestal.

Dependiendo de la especie podrán usarse bolsa de vivero de las siguientes dimensiones:
10 cm x 18 cm x 0.0015".

13 cm x 18 cm. x 0.0015"

Para la colocación de las bolsas se harán tablonces de 10 metros por un metro y en la primera semana se cubrirá con vegetación del área para favorecer el trasplante como se muestra en la siguiente figura.

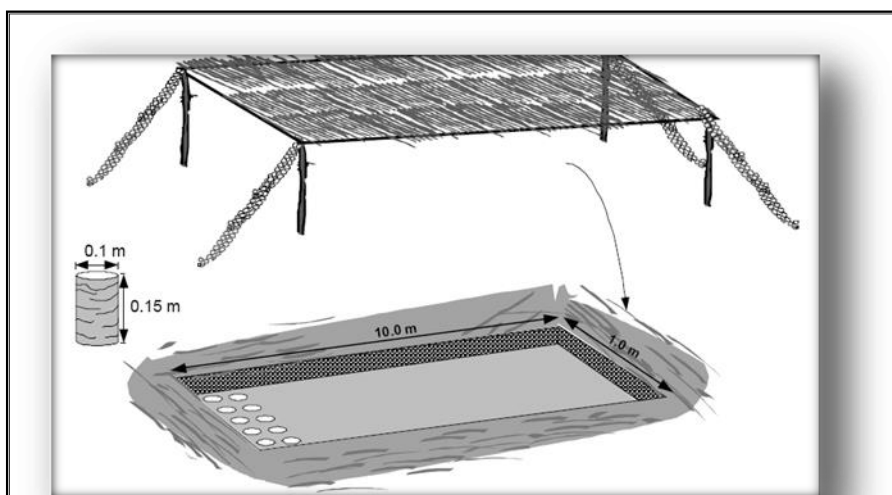


Figura 17. Distribución de las bolsas del almacigo en tablonces.

7.6.3 Plantación

Se prepara el hoyo de 20 x 20 x 20 cm de ancho, largo y profundidad, respectivamente, de acuerdo al método de tresbolillo con la diferencia que se trata de especies distintas debido a que se pretende recuperar el área con la distribución natural. Luego se colocara en el centro del hoyo el plantón tapando con el sustrato preparado (mezcla) de preferencia. Si no hubiera de preparar el sustrato se utilizará el suelo natural del terreno donde se realizará la plantación, como se indica en la siguiente figura:

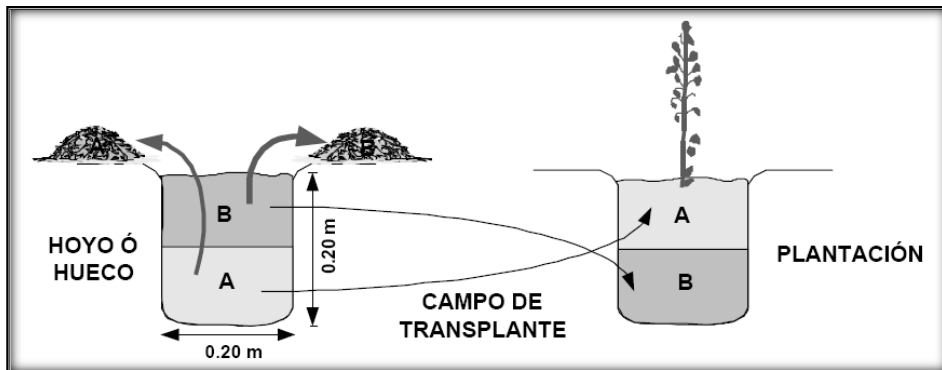


Figura 18. Distribución del sustrato al momento del plantado en campo definitivo.

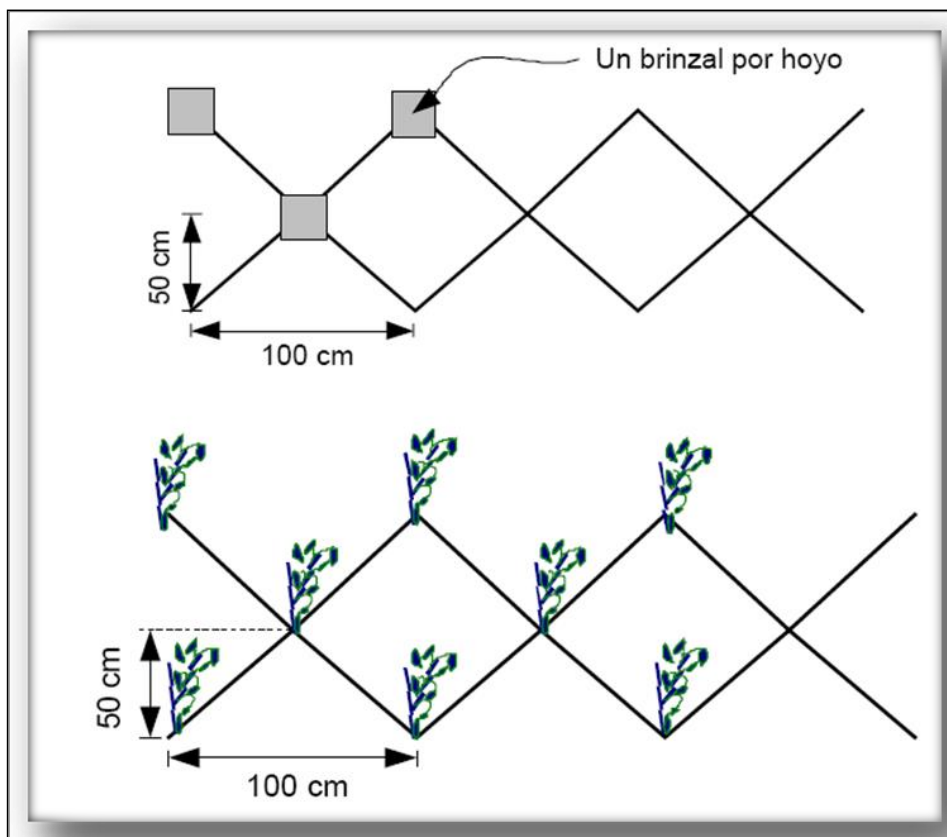


Figura 19. Distribución del plantado en campo definitivo.

7.6.4 Protección Forestal

Para poder tener la prevención y combate de incendios forestales y plagas y enfermedades se harán las siguientes medidas de control

7.6.4.1. Fajas corta fuegos

Las áreas afectas por incendios forestales en años anteriores dentro del proyecto son aquellas que limitan con fincas aledañas donde se practican rosas para cultivo limpio, y pasos peatonales, por lo que se planificaron fajas corta fuegos en aquellos lugares dentro del área donde existe un alto riesgo de incendios forestales. Para esto se tomó en cuenta la topografía del lugar y la existencia de algunos caminos y veredas que permitirán su fácil construcción y mantenimiento.

7.6.4.2. Combustibles

Para evitar el aumento de combustibles dentro del bosque por las acciones de las fajas corta fuegos y otras actividades silviculturales, se realizará la extracción de todo el material que se genere por las limpieas, aprovechamientos, y acumulación natural en zonas seguras para una quema prescrita.

7.6.4.3. Capacitación

Para el combate y prevención de incendios forestales se capacitará tanto al personal de planta como a comunidades y vecinos que así lo requieran, con la finalidad que se dé a conocer los principales motivos por los que se originan los incendios, como realizar rosas seguras para la siembra de cultivos limpios, y organizar patrullas de bomberos forestales en caso de que se produzca un siniestro.

7.6.4.4. Protección contra plagas y enfermedades

Se considera la contratación del apoyo técnico necesario especializado en la materia para realizar las siguientes actividades en forma trimestral:

- A. Detección de plagas y enfermedades
- B. Control de plagas y enfermedades principalmente con un enfoque biológico
- C. Prevención de plagas y enfermedades, principalmente al recomendar tratamientos silviculturales.

8. CONCLUSIONES

1. Dentro de la microcuenca “Zanjón Amatillo”, existe un sobreuso de la tierra en lugares como laderas de montañas (86.41%), mientras que en lugares planos dedicados a la explotación ganadera se tiene un subuso de la tierra (10.47%) que debería ser utilizada para Agricultura sin limitaciones o Agricultura con mejoras.
2. Las categorías de uso según el INAB determinadas para la microcuenca son:
 - a. Agricultura con mejoras
 - b. Agroforestería con cultivos permanentes
 - c. Tierras forestales de producción.
 - d. Tierras forestales de protección.
3. Se estableció un plan de desarrollo municipal en conjunto con CUNORI y la Municipalidad de Agua Blanca, en el cual se destaca una gran necesidad en la mejora en la parte de educación tanto en la infraestructura como en la contratación de más maestros, y salud y sanidad pública mejorando la infraestructura para la atención de las personas dentro de la microcuenca.
4. Se propuso un plan de manejo basado principalmente en el reordenamiento territorial y pensando en la regeneración del suelo en las zonas de vocación agrícola donde se debe mejorar la profundidad efectiva del suelo a más de 90 centímetros, esto a través de la incorporación de abonos verdes y rastrojos de especies capaces de ayudar en este proceso. En las áreas con enfoque de Agroforestería con cultivos permanentes se propone incluirla dentro de las áreas de explotación de cítricos y aguacate. Para las áreas con enfoque forestal tanto de protección como de producción dependiendo el tamaño del área se propone la inclusión en el PINFOR o PINPET.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las áreas detectadas como forestales de protección y de producción sean las áreas prioritarias para la implementación y desarrollo del plan de manejo propuesto ya que son las áreas que presentan mayor degradación y sobreuso de la tierra, esto debido a que llevará más tiempo en plantarse en campo definitivo.

Se recomienda crear un grupo de agricultores que puedan solicitar formalmente apoyo al INAB para que se les dé seguimiento al plan de manejo de las áreas forestales de producción y que les dé el apoyo técnico necesario para poder llevar a un buen fin el aprovechamiento forestal de la zona.

Se recomienda que se cree un grupo de agricultores para solicitar el apoyo a PROFRUTA en el programa de implementación de plantaciones en las áreas propuestas para la explotación de Aguacate (*Persea americana*) y cítricos, el seguimiento, correcto aprovechamiento y correcta comercialización de estos productos.

Se recomienda que los pobladores busquen y apoyen los COCODES creados en sus comunidades para poder hacer solicitudes al gobierno para el mejoramiento de la infraestructura dentro de la microcuenca, enfocándose principalmente en la infraestructura de educación y la infraestructura de salud y sanidad pública, para poder así evitar la deserción escolar en los niveles básicos y diversificado ya que no existen medios de transporte que puedan llevar a los estudiantes al único instituto de educación básica y diversificado en la microcuenca ni carreteras en buen estado donde poder transitar estos estudiantes.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. FAO, IT. 2004. El futuro de nuestra tierra: enfrentando el desafío (en línea). Roma, Italia. Consultado 20 jul 2015. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/004/x391015>
2. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Clasificación de tierras por capacidad de uso. aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala: guía técnica 1, versión 2.0. Guatemala. 50 p.
3. _____. 2003. Consideraciones técnicas y propuesta de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Guatemala. 34 p.
4. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. Censo de población de la república de Guatemala. Guatemala. 1 CD.
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
6. Medina Mazariegos, CE. 2002. Estudio de los recursos naturales de la microcuenca del río Carcaj, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 110 p.
7. Rivera Castillo, JL. 1998. Propuesta de un ordenamiento espacial del uso de la tierra en la cuenca del río San Isidro, San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 171 p.
8. Vásquez Villatoro, RA. 1995. Propuesta para el manejo forestal del astillero municipal de San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 133 p.
9. Veliz Flores, EH. 1989. Planificación del uso de la tierra de cooperativa Agrícola Integral "Santiago Agrícola" R.L., Champerico, Retalhuleu. 71 p.

11. ANEXOS

Descripción general del resto de las regiones naturales en las que se dividió el país para propósitos de la metodología del INAB para clasificación de Tierras por Capacidad de Uso

1. Tierras Metamórficas

Se encuentran a inmediaciones de la falla del Río Motagua e incluyen suelos formados a partir de materiales geológicos tales como filitas, esquistos, dioritas, serpentinas, gneis; pueden considerarse inclusiones, algunas calizas que se localizan dentro de esta región, sobre todo en el extremo este en el departamento de Izabal. También pueden considerarse como inclusiones, algunos valles con cubiertas de pómez, tal es el caso de Rabinal y San Jerónimo-Salamá. El extremo sur de esta región, lo constituye las tierras altas volcánicas y el extremo norte los materiales calizos. La región se distribuye desde los límites entre los departamentos de San Marcos y Huehuetenango y atraviesa los departamentos de El Quiché, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Izabal. Algunos municipios incluidos en esta región son: Santa Bárbara (Huehuetenango), Cubulco, Granados. Desde el punto de vista orográfico, la Sierra de Chuacús, la Sierra de las Minas y las Montañas del Mico, se encuentran conformando una buena parte de las tierras incluidas en esta región. Entre los usos de la tierra predominantes en esta región, se encuentran, tierras con bosques, cultivos de subsistencia (maíz y frijol) (3).

2. Tierras Calizas Altas del Norte

Esta región comprende las áreas de formaciones sedimentarias clásticas y carbonáticas en las mayores alturas del territorio de Guatemala, para efectos de la presente metodología, se ha incluido aquí las tierras calizas que se encuentran en una cota superior a los 600 metros sobre el nivel del mar. Incluye algunas áreas importantes tales como las montañas de Los Cuchumatanes, que son las formaciones de materiales sedimentarios con mayor altura en el país, puesto que se encuentran a alturas superiores a los 3,600 metros sobre el nivel del mar. Dentro del sistema orográfico, la Sierra de Chuacús (principalmente en Alta Verapaz) y las Montañas de Santa Cruz (al norte de Izabal), las Montañas Mayas en el límite con Belice, forman parte de esta región. Por otra parte, tiene también superficies que podrían considerarse comparativamente de mediana elevación. Los principales departamentos que cubren esta región son: Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Algunos poblados dentro de la región, son: Todos Santos Cuchumatán, San Rafael La Independencia, Barillas, Nentón, Jacaltenango, La Libertad, San Pedro Necta, Santa Eulalia, Chajul, Nebaj, Cotzal, Aguacatán, Uspantán, Tactic, Cobán, San Cristóbal Verapaz, Senahú, Purulhá. Los usos de la tierra son variables, pero entre los más importantes se encuentran los cultivos de cardamomo y café, así como las tierras con bosques y los cultivos de subsistencia como maíz (3).

3. Tierras Calizas Bajas del Norte

Esta región comprende todo el departamento de Petén, así como una parte de Alta Verapaz. Por su composición geológica predominan las rocas carbonáticas pertenecientes a las formaciones Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre y Grupo Yojoa. En la parte norte de la región predominan los Sedimentos Marinos y Margas. Por otra parte se encuentran materiales geológicos tales como, Aluviones del Cuaternario o Yesos. La llamada región fisiográfica “Planicie interior baja del Petén” (Atlas Nacional), también forma parte de las tierras bajas del norte. Entre los principales poblados de la parte sur de esta región, se encuentran San Luís Ixcán, Fray Bartolomé de las Casas, Chisec y Chaal. En la parte norte de la región, se localizan todos los municipios del departamento de Petén. La región está cubierta en gran parte por bosques, esto ocurre principalmente en su extremo norte y han crecido las áreas destinadas a la agricultura y ganadería, principalmente al sur (3).

4. Tierras de las Llanuras de Inundación del Norte

Esta región está compuesta por dos áreas del país que presentan áreas con alta similitud biofísica y comprenden la parte baja de dos cuencas importantes del país y que son: Polochic-Dulce, y Motagua. Desde el punto de vista geológico estas áreas comprenden principalmente Aluviones del Cuaternario y cuanto a su régimen hídrico buena parte de la superficie está sujeta a anegamientos o tiene niveles freáticos bastante superficiales. Por división política departamental, la primera parte comprende lo que se denomina depresión del Polochic (Atlas Nacional) e incluye una parte de Alta Verapaz y de Izabal. La segunda parte comprende la porción baja de la cuenca del río Motagua y se encuentra totalmente en el departamento de Izabal. La cabecera municipal de El Estor se encuentra dentro de esta región. La cobertura en estos lugares, lo constituyen algunos bosques, tierras inundadas, cultivos como arroz, banano, pastos, hule, plantaciones forestales (3).

5. Tierras de la Llanura Costera del Pacífico

Comprende una franja de tierra, en un espacio que va desde la frontera con México (Río Suchiate) hasta el Río Paz en la frontera con El Salvador. Cubre parcialmente los Departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa. El límite con la región superior o del norte (Tierras volcánicas de la Bocacosta), difiere porque en las tierras del litoral del pacífico, su geología está compuesta por Aluviones del Cuaternario, además, sus pendientes son menores en cuanto a inclinación. El límite sur de esta región, lo constituye el Océano Pacífico. Algunos poblados que quedan incluidos parcial o totalmente dentro de esta región, son: Retalhuleu, Mazatenango, San Juan Bautista, Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, Tiquisate, Masagua Escuintla. Entre los usos predominantes de la tierra, se encuentran las plantaciones de Caña de Azúcar, Hule, Palma Africana y Pastos (3).

6. Tierras Volcánicas de la Bocacosta

Es una franja que limita al sur con la Planicie del litoral del pacífico y al norte con las tierras altas volcánicas. La mayor parte del área se encuentra a medianas elevaciones en un espacio comprendido entre la llanura costera del pacífico y el altiplano general del país. Desde el punto de vista geológico el área cuenta en su superficie con materiales piroclásticos del cuaternario, por ello es común observar como materiales originarios de los suelos, cenizas volcánicas de diferente tamaño y color. Dentro del área se incluye una pequeña franja en el departamento de Jutiapa, la cual no presenta cenizas volcánicas, sino que rocas volcánicas sin dividir; sin embargo sus características climáticas son similares a las de la toda la región. La región comprende una superficie cuyo clima está caracterizado por una alta precipitación pluvial y sus temperaturas no son tan altas como en la Planicie del pacífico y tampoco tan frías como el altiplano, por esta razón se le ha dado en llamar "Bocacosta". Entre los poblados que quedan incluidos en esta región se encuentran: El Rodeo San Marcos, Coatepeque, Colomba, Santa María de Jesús, Zunil, San Pablo Jocopilas, Chicacao, Palín, Pueblo Nuevo Viñas. Una gran parte del área tiene cobertura con cultivos permanentes, entre los cuales sobresale el Café, además existe Cardamomo y Hule (3).