

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Programa de Posgrado
Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental



**Plan piloto de recuperación del recurso bosque
de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales
Cordillera Alux**

Inga. Agra. RNR Carla Vanessa Franco Hurtarte
Guatemala, agosto de 2024

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Programa de Posgrado
Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

**Plan piloto de recuperación del recurso bosque de la Reserva
Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux**

Inga. Agra. RNR Carla Vanessa Franco Hurtarte

Guatemala, agosto de 2024

El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenido del trabajo final de maestría, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano

MSc. Licda. Ilma Judith Prado Duque
Vocal II

Arq. Mayra Jeanett Díaz Barillas
Vocal III

Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola
Vocal IV

Br. Laura del Carmen Berganza Pérez
Vocal V

M.A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría
Secretario Académico

Vocal VI

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. en Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón

MSc. Publio Alcides Rodríguez Lobos

MSc. Dafné Acevedo Quintanilla
Examinadora

Dra. Susana Palma de Cuevas
Examinadora

MSc. Magali Tercero
Examinadora

Guatemala, agosto 2024

Acto que dedico a

Dios: arquitecto del universo

María: sin ella no fuera posible el regalo más grande

Mis hijas: Dulce María y María del Carmen, quienes me motivan cada día!

Agradecimiento a

Mi madre: por impulsarme a alcanzar lo que me planteo.

Mi compañero de vida: por apoyarme en todo momento.

ÍNDICE

Capítulo I. PARTE INTRODUCTORIA.....	6
1.1 Introducción	7
1.2 Antecedentes	8
1.3 Planteamiento del problema	9
1.4 Justificación.....	11
1.5 Preguntas de investigación.....	12
1.6 Hipótesis	12
1.7 Objetivos	12
1.7.1 General	12
1.7.2 Específicos.....	13
Capítulo II. MARCO TEÓRICO Y LEGAL, METODOLOGÍA	14
2.1 Marco teórico	15
2.1.1 El ser humano	15
2.1.2 Recursos naturales.....	15
2.1.3 La importancia de conservar los recursos naturales.....	15
2.1.4 El bosque y sus funciones.....	16
2.1.5 Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.....	16
2.1.6 Áreas protegidas.....	16
2.1.7 Degradación ambiental.....	16
2.1.8 Recuperación ambiental.....	17
2.1.9 Manejo sostenible.....	17
2.2 Marco metodológico	17
2.3 Marco legal	19
2.3.1 Constitución Política de la República de Guatemala	20
2.3.2 Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89 (Congreso de la República de Guatemala, 1989)	20
2.3.3 Ley de Protección y Mejoramiento al Ambiente (Congreso de la República de Guatemala, 1986)	21
2.3.4 Decreto 41-97 (Congreso de la República de Guatemala, 1997).....	22

2.3.5 Código Municipal (Congreso de la República de Guatemala, 2012).....	22
2.3.6 Código Municipal	22
2.3.7 Gestión ambiental en áreas protegidas.....	22
2.3.8. Plan Maestro Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux	22
Capítulo III. MARCO TERRITORIAL	23
3.1 Componente descriptivo del área protegida.....	24
3.1.1 Descripción general del área	24
3.1.2 Acceso al área y otra infraestructura vial	25
3.1.3 Sitios de interés	27
3.1.4 Zonificación del área protegida	27
3.2 Aspectos biofísicos	32
3.2.1 Zonas de vida.....	32
3.2.2 Clima.....	32
3.2.3 Hidrología.....	33
3.2.4 Flora.....	37
3.2.5 Fauna	38
3.2.6 Geología	38
3.2.7 Fisiografía y relieve.....	40
3.2.8 Suelos.....	40
3.3 Usos actuales de los recursos naturales	42
3.3.1 Uso del agua	42
3.4 Árbol de problemas	46
3.5 Árbol de objetivos.....	48
3.6 Influencia del ser humano en la reducción del recurso bosque.....	48
Capítulo IV. RESULTADO: PROPUESTA DE PLAN PILOTO	50
4.1 Componentes de implementación	51
4.1.1 Sensibilización.....	51
4.1.2 Capacitación	51
4.1.3 Gestión de suministros	52
4.2 Mecanismos de implementación	52
4.2.1 Comité Técnico Asesor	52
4.3 Modalidades a implementar	53

4.3.1 Plantaciones forestales	53
4.3.2 Sistemas agroforestales.....	54
4.3.3 Restauración del paisaje forestal	55
4.3.4 Manejo de bosque natural de protección.....	56
4.4 Medidas de prevención contra plagas y enfermedades forestales	57
4.5 Medidas de protección contra incendios forestales	57
4.6 Cronograma de actividades	58
4.7 Conclusiones	59
4.8 Recomendaciones	60
4.9 Bibliografía	61

Lista de figuras

Figura 1. Esquema metodológico.....	19
Figura 2. Ubicación del (RFBMCA).....	26
Figura 3. Mapa de zonificación.	31
Figura 4. Mapa de hidrología del área protegida.....	34
Figura 5. Mapa de hidrología del área protegida.....	36
Figura 6. Vista del área protegida	37
Figura 7. Mapa de hidrología del área protegida.....	39
Figura 8. Mapa de suelos	41
Figura 9. Vista del área protegida.	43
Figura 10. Vista del área protegida.	44
Figura 11. Mapa de uso actual de la tierra	45
Figura 12. Árbol de problemas RFBMCA.....	46
Figura 13. Mapa actividad agrícola	47
Figura 14. Árbol de objetivos RFBMCA	48

Lista de cuadros

Cuadro 1. Dinámica de la cobertura forestal de la RFBMCA.....	10
Cuadro 2. Descripción general de la RFBMCA	24
Cuadro 3. Porcentaje de zonificación del área protegida.	30

Listado de siglas

ASODESP	Asociación Desarrollo para Todos
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
DAP	Diámetro a la altura del Pecho
DIGEBOS	Dirección General de Bosques
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés.
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
PINPEP	Programa de incentivos para poseedores de pequeñas extensiones de tierras de vocación forestal o agroforestal
PROBOSQUE	Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala
RFPMCA	Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas

Capítulo I. PARTE INTRODUCTORIA

En este capítulo se describe la problemática por la que atraviesa el área protegida Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, en lo que se refiere a su masa forestal a consecuencia de la degradación causada por el aprovechamiento forestal ilícito, cambio de uso del suelo, avance de la frontera agrícola, avance de la frontera urbana y fenómenos naturales. De igual forma, se abordan los objetivos que persigue esta investigación, como medida de acción para frenar la pérdida de cobertura forestal y la justificación del por qué se debe implementar un Plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

1.1 Introducción

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFBMCA) es el área protegida más cercana a la ciudad de Guatemala, esta abarca parte del territorio de los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez. Tiene un perímetro de veintinueve punto treinta y dos kilómetros (29.32 km).

Esta área protegida es categoría III, lo que indica que en ella se encuentran importantes recursos para producción de productos forestales, agua, flora y fauna silvestre. A pesar de haber sufrido alteración por intervención del ser humano aún conservan gran parte del paisaje forestal.

Esta es un área protegida que presenta una complejidad especial en su administración debido a que el 95 % de su territorio es propiedad privada y el 5 % restante es municipal. Actualmente es administrada por la Dirección Regional Metropolitana del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

En cuanto al recurso forestal presenta una composición de bosque mixto, compuesto por especies coníferas y latifoliadas, en este caso pinos y encinos principalmente, también se encuentran especies de nombre común ilamo, mano de león, llama de bosque, cipreses, por mencionar algunos.

Tomando en cuenta la presión que se tiene a las especies forestales del área, tanto por talas ilícitas como por cambio de uso de la tierra para desarrollo urbano se requiere que los propietarios del área protegida cuenten con el abastecimiento de leña de manera sostenible, para reducir la presión sobre el bosque natural y evitar que se siga degradando la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

En la presente investigación se plantea una propuesta para recuperar las áreas que han perdido cobertura forestal en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFBMCA).

1.2 Antecedentes

En el año 1955 se declaró la primera área protegida de Guatemala, siendo esta el Parque Nacional Tikal, con un área de 55,005.00 hectáreas. Para el año 2016, 61 años después, se han declarado 334 áreas protegidas, con un área de 3,484,198.55 hectáreas, que representan el 31.06 % del territorio nacional guatemalteco.¹

La Constitución Política de la República de Guatemala, en su artículo 64, declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación y que mediante una ley específica se garantizará la creación y protección de parques nacionales, reservas, los refugios naturales, la fauna y la flora que en ellos exista;² considera que para la adecuada conservación y mejoramiento del medio ambiente es indispensable la creación y organización de los sistemas y mecanismos que protejan la vida silvestre de la flora y fauna del país; que la actual ausencia de un plan nacional para la adecuada coordinación y manejo de las diversas categorías de áreas protegidas en el país, ha hecho regulatoria la acción individualizada de los distintos entes que las administran.

En diciembre de 1996, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, aprueba el Estudio Técnico de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, con el acta número 20-96. Y mediante el Decreto número 41-97, el 29 de mayo de 1997, el Congreso le da a la Cordillera Alux la categoría de manejo “Reserva Forestal Protectora de Manantiales”. Dicho decreto fue publicado en el Diario de Centro América el 1 de julio de 1997.³

Dentro de los objetivos de declaratoria de la RFPMCA destacan conservar la diversidad biológica y los procesos ecológicos del área; fortalecer el sistema de áreas de conservación del patrimonio genético natural y el sistema de corredores biológicos, promover el uso sostenible de sus recursos naturales para beneficio de

¹ CONAP et al., «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – InfoIarna».

² Corte de Constitucionalidad, Constitución Política de la República de Guatemala.

³ CONAP et al., «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – InfoIarna».

las poblaciones locales y aldeñas, así como fortalecer la gestión comunitaria del manejo de dichos recursos buscando mantener las funciones hidrológicas del área, con el fin de evitar la erosión, mantener la capacidad de altas tasas de infiltración que permitan tener los caudales de aguas subterráneas y superficiales, regular el clima y captar el agua.

El 18 de enero del año 2010, mediante Resolución 7/2010 de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Áreas Protegidas es aprobado el Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux,⁴ que tiene por objetivo dar las directrices para el desarrollo de actividades dentro de las distintas zonificaciones de dicha área protegida siendo estas: desarrollo urbano, uso extensivo y protección de caudales y flujos de agua.

Para el año 2016, el país contaba con una superficie de 3,574,244 hectáreas cubiertas de bosques, que equivalen a un 33 % del territorio nacional. Al comparar esta cifra con la cobertura forestal existente en el año 2010 (que fue de 3,675,786 hectáreas, equivalentes a un 33.9 % del país), se observa que del año 2010 al 2016 hubo una disminución en la cobertura forestal del 0.9 %. Para este mismo año, el 52.7 % de la cobertura forestal nacional se encontraba dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, Instituto Nacional de Bosques, Sistema de Información Forestal de Guatemala.⁵

1.3 Planteamiento del problema

La dinámica de cobertura forestal en Guatemala durante los últimos 20 años permite conocer cómo ha venido aumentando y/o disminuyendo la cobertura forestal a nivel nacional, y para el área protegida Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux no es la excepción.

Según los estudios de la *Dinámica de cobertura forestal de la RFFPMCA de los años 2001, 2006, 2010 y 2016*, se determinó que en la Zona de Protección de Caudales

⁴ CONAP et al.

⁵ CONAP et al.

y de Uso Extensivo se ha ganado cobertura forestal, sin embargo, en la Zona de Desarrollo Urbano año tras año se ha reducido la cobertura forestal.

La Zona de Desarrollo Urbano es la que más pérdida ha tenido luego del año 2006 donde alcanzó un área total con bosque de 158 hectáreas y para el 2016 presenta una reducción de 132 hectáreas, una diferencia de 26 hectáreas, lo que se traduce en una pérdida bruta de 2.6 hectáreas por año, si no se revierte esa tendencia a la pérdida, en un tiempo no mayor de 50 años estas áreas estarán completamente deforestadas, lo que representa un riesgo por los fenómenos naturales, como erosión del suelo, derrumbes, escorrentía superficial, por mencionar algunos, pérdida de hábitat para las especies de flora y fauna silvestre presentes en el área protegida. A continuación, se presenta el análisis de la dinámica de cobertura forestal de la RFPMCA del año 2001 al 2016.

Cuadro 1. Dinámica de la cobertura forestal de la RFPMCA

Zonificación	Año				Diferencia
	2001	2006	2010	2016	
Desarrollo Urbano	142 ha.	158 ha.	152 ha.	132 ha.	-26 ha.
Protección de Caudales	1,414 ha.	1428 ha.	1439 ha.	1609 ha.	+195 ha.
Uso Extensivo	977 ha.	977 ha.	931 ha.	1136 ha.	+159 ha.

Fuente: Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala

El cuadro 1. Muestra la dinámica de la cobertura forestal de la RFPMCA en las diferentes zonas, en el caso de la Zona de Desarrollo Urbano muestra una tendencia decreciente en la cobertura forestal a lo largo del tiempo, indicando una presión constante sobre el entorno natural dando como resultado la disminución de 26 hectáreas. En cuanto a la Zona de Protección de Caudales se observa un incremento constante en la cobertura forestal, indicando un enfoque exitoso en la conservación de los recursos hídricos y la protección de las áreas críticas de la reserva, asimismo en la zona de uso extensivo, se evidencia un aumento de 159 hectáreas, reflejando prácticas agrícolas o ganaderas sostenibles dentro de la

reserva, así como la implementación de medidas de restauración de tierras degradadas.

1.4 Justificación

La degradación del bosque en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA) debido al aprovechamiento forestal ilícito, cambio de uso del suelo, avance de la frontera agrícola, avance de la frontera urbana y fenómenos naturales representan una amenaza significativa para los beneficios ecosistémicos que proporciona. En respuesta a dicha amenaza es necesaria la elaboración de un plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

Este plan de recuperación es fundamental para garantizar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, y el bienestar de las comunidades locales que dependen directa o indirectamente de la reserva forestal. La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA) desempeña un papel importante en la protección del suelo, la contribución al componente paisajístico y como soporte de las actividades de recreación y servicios ecosistémicos. Además, al estar ubicada en la parte alta de la cuenca del lago de Atitlán, su conservación tiene repercusiones directas en la calidad y cantidad de agua disponible en la región afectado a la población de los municipios que la conforman. La importancia de la RFPMCA como fuente de recarga hídrica se ve reflejada en el aporte de 21.8 millones de metros cúbicos de agua que capta anualmente.

Para la elaboración del plan de recuperación es fundamental la identificación de las distintas áreas específicas dentro de la reserva. De acuerdo con su composición y al tipo de función que cumplen los segmentos de bosque, se definen las siguientes áreas boscosas:

- Áreas de protección forestal: sitios ubicados estratégicamente en los cuales es necesario conservar la cobertura forestal intacta como un elemento fundamental de la biodiversidad del sitio.
- Áreas de manejo forestal: áreas con cobertura forestal que por su estructura y estado fitosanitario requieren de programas de manejo que garanticen su conservación y adecuado desarrollo.
- Áreas de recuperación: áreas que por diversas razones se encuentran desprovistas de cobertura arbórea, y que serán sujetas a manejo de la regeneración natural o su repoblación con especies nativas (INAB, 2004, p. 14).

1.5 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las causas del deterioro de la masa forestal de la RFPMCA?
- ¿Qué tipo de impacto provoca la pérdida de cobertura forestal en la RFPMCA?
- ¿Cuál es la mejor alternativa técnica para evitar que continúe el deterioro de la masa forestal de la RFPMCA?

1.6 Hipótesis

- El recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux está siendo disminuido por acciones humanas y naturales.

1.7 Objetivos

1.7.1 General

- Elaborar un plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

1.7.2 Específicos

- Determinar las principales causas de la degradación del recurso bosque en la (RFPMCA).
- Promover la incorporación de proyectos a los programas de incentivos forestales de INAB en sus diferentes modalidades.
- Conservar la producción de bienes y servicios de la (RFPMCA).
- Promover la participación de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales vinculados a la (RFPMCA) en la restauración y protección del recurso bosque.

Capítulo II. MARCO TEÓRICO Y LEGAL, METODOLOGÍA

Con base en la revisión bibliográfica se fortalece la parte conceptual, la metodología a implementar y su fundamento legal para la elaboración del plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

2.1 Marco teórico

El marco teórico proporciona el contexto conceptual necesario para comprender la importancia de elaborar un plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA). Se abordan diversas áreas de estudio que se entrelazan para ofrecer una visión integral:

2.1.1 El ser humano

El ser humano es un individuo complejo que actúa dentro de un contexto psicobiosocial y un tiempo históricamente determinado. Su comportamiento se guía por su capacidad racional de percepción, lo que le permite relacionarse con el medio ambiente que lo rodea. ⁶

2.1.2 Recursos naturales

Elementos esenciales para la supervivencia humana, se dividen en renovables y no renovables. Su adecuado manejo contribuye al desarrollo sostenible de las poblaciones, asegurando la disponibilidad continua de estos recursos para las futuras generaciones.

- Recursos naturales renovables: que son elementos naturales que el hombre utiliza y que pueden reponerse.
- Recursos naturales no renovables: son elementos naturales que el hombre utiliza, pero que no pueden ser repuestos.

2.1.3 La importancia de conservar los recursos naturales

El papel de los recursos naturales es imprescindible para la supervivencia y desarrollo humano. La conservación garantiza la recuperación y protección del suelo, la purificación del agua y aire; la continuidad de la diversidad biológica y los ecosistemas. ⁷

⁶ González Quiej, «Centro recreativo y manejo de los recursos naturales renovables, Jalapa Guatemala.»

⁷ González Quiej.

2.1.4 El bosque y sus funciones

El bosque es una masa arbórea con una serie de funciones esenciales ya que contiene así mismo dentro de ella, otras agrupaciones vegetales, arbustivas, herbáceas y una capa de humus, que resulta de la descomposición de las hojas y demás partes que van muriendo de los vegetales. ⁸

Dentro de las funciones están purificación del aire, retención de agua, evitar la erosión, controlan el clima, sirven de barrera natural, vivienda para animales y plantas, recuperación del suelo.

2.1.5 Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas

Como ente integrador de todas las áreas protegidas y entidades que la administran, tiene por objetivo la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales. ⁹

2.1.6 Áreas protegidas

Son áreas protegidas, incluidas sus respectivas zonas de amortiguamiento, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que contengan alta significación por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos. ¹⁰

2.1.7 Degradación ambiental

Se caracteriza por la pérdida y deterioro de recursos como el bosque, el agua y el suelo; la destrucción de ecosistemas y la extinción de la vida silvestre.

⁸ Congreso de la República de Guatemala, Ley de Áreas Protegidas. Guatemala.

⁹ Congreso de la República de Guatemala.

¹⁰ Congreso de la República de Guatemala.

2.1.8 Recuperación ambiental

Proceso de rescate de los ecosistemas naturales, y permitirá una visión equilibrada de los componentes ambientales, sociales y económicos asociados a la restauración de la funcionalidad de los ecosistemas degradados.¹¹

2.1.9 Manejo sostenible

Mediante estrategias tácticas y técnicas busca alcanzar los objetivos de conservación en áreas protegidas y no protegidas, así como en poblaciones y ecosistemas.¹²

2.2 Marco metodológico

Para cumplir con los objetivos planteados en el presente Plan piloto de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA), se siguieron varios pasos descritos en la siguiente metodología:

Inicialmente se revisó la información disponible sobre la declaratoria del área protegida, con la finalidad de determinar sus características legales previo al análisis de gabinete, durante esta etapa de búsqueda de información se determinó que el área fue declarada bajo el Decreto Número 41-97 del Congreso de la República de Guatemala, y que cuenta con un Plan Maestro aprobado mediante Resolución 7/2010 de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Áreas Protegidas el que es de observancia general, en el que se definen normas generales, usos generales permisibles, restricciones generales y normas específicas por zona siendo zona de protección de caudales y flujos de agua, zona de uso extensivo y zona de desarrollo urbano.

El siguiente paso, fue evaluar la dinámica de la cobertura forestal de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA) para determinar si efectivamente existe la necesidad de un plan para la recuperación del recurso

¹¹ García García, «Recuperación Ambiental Paisajística el Rincón del Lago».

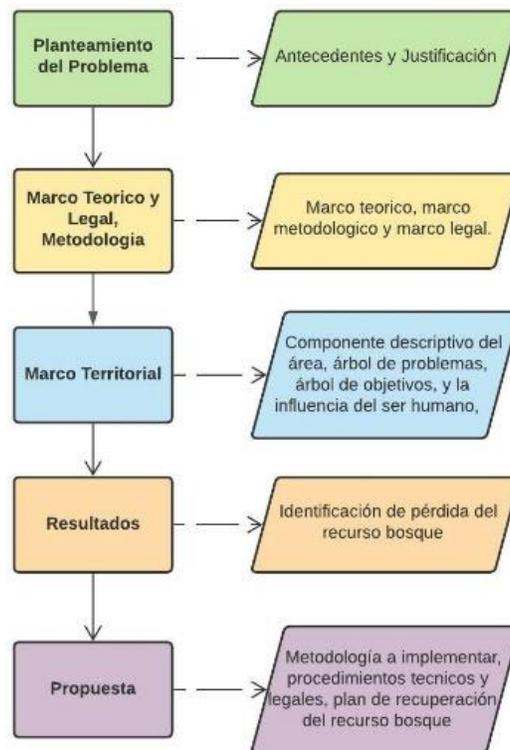
¹² González Queiej, «Centro recreativo y manejo de los recursos naturales renovables, Jalapa Guatemala.»

bosque del área protegida, el que se realizó a través del análisis de los mapas de la dinámica de la cobertura forestal de Guatemala.

Derivado del fácil acceso al área protegida a través de los cinco municipios que la conforman se realizaron varios recorridos de reconocimiento y validación de la información recaba en gabinete, lo que permitió establecer las estrategias a implementar para recuperar y conservar el recurso bosque, así como los servicios ecosistémicos, las que se describen más adelante.

Paralelo a las acciones de campo, también se realizó una fase de gabinete consistente en consultar la Ley de Áreas Protegidas y su Reglamento, así como el *Manual para la administración forestal dentro de áreas protegidas*; la Ley Forestal y su Reglamento; la Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (PROBOSQUE); Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra De Vocación Forestal o Agroforestal (PINPEP) para determinar los procedimientos técnicos y legales para implementar un plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

Figura 1. Esquema metodológico.



Fuente: elaboración propia

2.3 Marco legal

El marco legal contiene las disposiciones jurídicas aplicables a la regulación, funcionamiento y desempeño de áreas protegidas, las cuales acogen una inmensa riqueza biológica. Estas leyes que son creadas y promulgadas por el Estado de Guatemala a través del Organismo Legislativo, observan siempre el principio de que la Constitución Política de la República prevalece sobre cualquier ley, ya que es la ley fundamental y la de mayor jerarquía, la cual establece la importancia de la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación, así como la conservación y mejoramiento del medio ambiente, por lo que se hace indispensable la creación y organización de los sistemas y mecanismos que protejan el medio ambiente. Dado que bajo sus lineamientos se aprueban las demás

leyes u ordenamientos legales que influyen en materia ambiental, como lo son las leyes, reglamentos y decretos; los cuales se interrelacionan para la creación de las bases que permitan a las instituciones velar por el buen funcionamiento de los procesos esenciales en beneficio de todos los guatemaltecos y la intervención en el manejo adecuado de las mismas.

La Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89 promulgada en 1989, define y regula las áreas protegidas, incluyendo la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Esta ley establece la necesidad de un Plan Maestro para guiar el manejo de las áreas protegidas, que debe ser aprobado por el Consejo Nacional De Áreas Protegidas (CONAP). Además, la Ley de Protección y Mejoramiento al Ambiente de 1986 y el Decreto 41-97 declaran la importancia de la conservación ambiental y designan la Cordillera Alux como área protegida. El Código Municipal también otorga responsabilidades a los municipios en la protección de su patrimonio y promoción de actividades ambientales.

2.3.1 Constitución Política de la República de Guatemala

Artículo 64, Patrimonio natural: declara de interés nacional la conservación, protección y mantenimiento del patrimonio cultural. Fomentando la creación de áreas protegidas.

Artículo 125 al 128, Establece el uso de los recursos naturales no renovables, la urgencia de la reforestación.¹³

2.3.2 Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89 (Congreso de la República de Guatemala, 1989)

Publicada el 19 de febrero de 1989, tiene su origen en el artículo 64 de la Constitución Política de la República de Guatemala emitida por el Congreso de la

¹³ Corte de Constitucionalidad, Constitución Política de la República de Guatemala.

República. En el artículo 1 establece como parte medular del patrimonio natural la diversidad biológica, declarando de interés nacional su conservación.

Artículo 4, se refiere a la coordinación que debe existir para lograr los objetivos de la ley con entidades establecidas con finalidades similares.

En el artículo 7 define las características de un área protegida, dentro de las cuales se encuentra categorizada la Categoría III que es Reserva Forestal y Protectora de Caudales.

Artículo 17. El Capítulo II se refiere al manejo de las áreas protegidas, estableciendo en el artículo 18, la necesidad de la generación de un plan maestro para marcar las directrices de manejo a nivel macro. Para el caso de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux cuenta con Plan Maestro aprobado para el año 2010-2014 según Resolución 07-2010 de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

El artículo 20 define las actividades que se pueden llevar a cabo dentro de las áreas protegidas, las cuales deben ser derivadas del Plan Maestro y evaluadas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

2.3.3 Ley de Protección y Mejoramiento al Ambiente (Congreso de la República de Guatemala, 1986)

En el artículo 4 establece que el Estado debe velar por la planificación del desarrollo nacional compatible con la conservación del ambiente.

El artículo 8, se refiere a que todo proyecto debe contar con una evaluación de impacto ambiental. Los anteriores artículos se utilizarán para analizar las actividades que puedan dejarse sugeridas para llevarse a cabo por medio del programa y los requisitos que deberán cumplir.

2.3.4 Decreto 41-97 (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

Ley que declara área protegida la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, el 29 de mayo de 1997

2.3.5 Código Municipal (Congreso de la República de Guatemala, 2012)

Artículos 9, 33 y 35 establecen que el gobierno del municipio tiene la responsabilidad de velar por su patrimonio, conforme a la disponibilidad de recursos.

2.3.6 Código Municipal

El artículo 67 del Código Municipal faculta al municipio para que en la gestión de sus intereses y en el ámbito de sus competencias promueva toda clase de actividades económicas, sociales, culturales y ambientales, y preste cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida y a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio.

2.3.7 Gestión ambiental en áreas protegidas

La rectoría de la gestión ambiental en las áreas protegidas y el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas es competencia del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, según está establecido en el artículo 20 de la Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89.

2.3.8. Plan Maestro Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux

El artículo 6 del Decreto 41-97 establece que la administración de la Cordillera Alux corresponde al CONAP, lo que implicó la necesidad de contar con un Plan Maestro según reglamentación de la Ley de Áreas Protegidas. A lo largo de varios intentos desde 2003 hasta el 2008, diversas entidades realizaron su propuesta para elaborar el Plan, sin embargo, no se tuvo éxito. Finalmente, en mayo de 2008, se retoman los esfuerzos y se presenta una propuesta dando como resultado el documento final de Plan Maestro.

Capítulo III. MARCO TERRITORIAL

Este capítulo comprende las generalidades del área protegida, así como las características del medio físicobiótico de los municipios donde se ubica el área en estudio. Información clave para entender los motivos o causas que provocan la pérdida del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

3.1 Componente descriptivo del área protegida

3.1.1 Descripción general del área

Cuadro 2. Descripción general de la RFPMCA

Nombre del área protegida	Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux		
Administración	Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), a través de la Dirección Regional Metropolitana (anteriormente Unidad Técnica Cordillera Alux)		
Acuerdo de declaración del área protegida	Decreto 41-97 del 29 de mayo del año 1997		
Área total del área protegida	Según el Decreto 41-97, la superficie de la Cordillera Alux es de cinco mil trescientos setenta y dos hectáreas (5,372.00 ha.) que equivalen a 53.72 km ² .		
Perímetro del área protegida	El perímetro de la Cordillera Alux mide veintinueve, punto treinta y dos kilómetros (29.32 km).		
Municipios que abarca el área protegida	Municipio	Área km²	Porcentaje
	Mixco	132	39.34
	San Pedro Sacatepéquez	48	31.55
	San Juan Sacatepéquez	2.4	3.18
	Santiago Sacatepéquez	32.5	16.72
	San Lucas Sacatepéquez	24.5	9.21

Fuente: elaboración propia

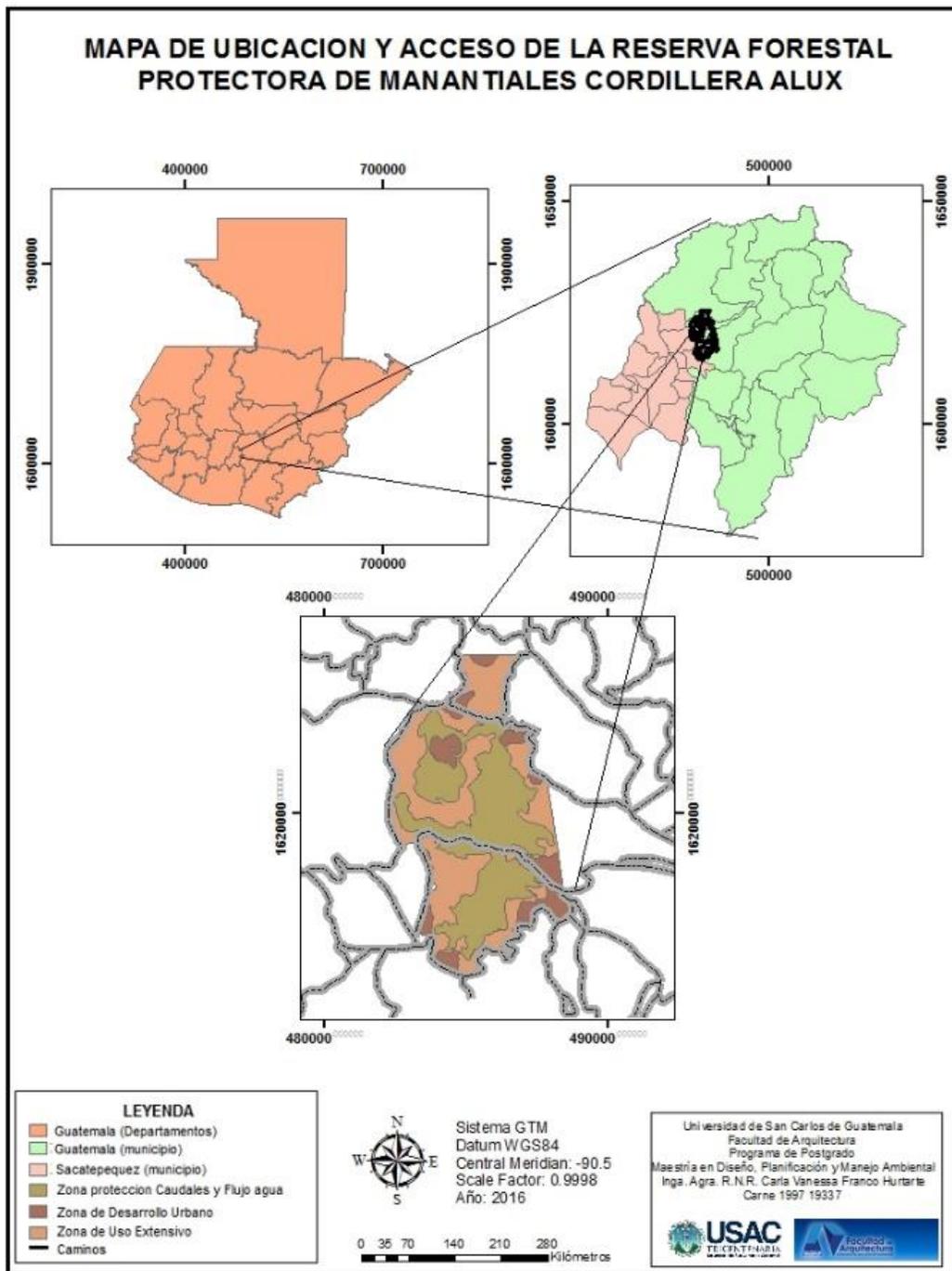
3.1.2 Acceso al área y otra infraestructura vial

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux cuenta con varios accesos. Dentro de los accesos más importantes está la carretera Interamericana CA-1, a partir del kilómetro 17.5 hasta el kilómetro 27.5. Esta carretera sirve, además, como límite de la Cordillera Alux. Así también, existen accesos por las cabeceras municipales de Mixco, San Lucas Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez. La mayor parte de la carretera que limita la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux está asfaltada. Dentro del área protegida se encuentran una serie de carreteras asfaltadas y caminos de terracería que sirven de comunicación a las diferentes cabeceras municipales, fincas, aldeas y caseríos. ¹⁴

En el siguiente mapa se observa la ubicación política administrativa del área protegida y sus principales accesos.

¹⁴ CONAP et al., «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – InfoIarna».

Figura 2. Ubicación del RFBMCA.



Fuente: elaboración propia

3.1.3 Sitios de interés

Presenta un paisaje de destacada importancia para el valle de la ciudad de Guatemala, por ser distinguible desde cualquier punto de la ciudad, especialmente desde la parte sur y oeste. Al norte se puede ver desde el puente del Incienso y al este, desde el Cerro Pinula. La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux también forma parte del sistema montañoso que bordea los límites del municipio de Guatemala, en su lado este.¹⁵

A continuación, se enlistan los principales sitios de interés:

- La carretera antigua de Mixco a Santiago Sacatepéquez
- El Parque Ecológico Senderos de Alux
- La Casa de Ubico
- El paso de La Llorona
- Catarata de la Calavera
- El Hotel San Rafael Las Hortensias
- El cerro Nacoch

3.1.4 Zonificación del área protegida

a) Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua

La Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua tiene como objetivo principal proteger los manantiales o fuentes de agua, contiene elevaciones superiores a los 2,200 metros sobre el nivel del mar, especialmente las que comprenden los cerros; Alux, Miramundo; Chilayón y El Astillero que constituyen la parte más alta del área protegida. En general, tiene pendientes altas y medias, rodeando a la mayoría de los ríos en sus cuencas medias dentro de la zona. La mayor parte de la zona presenta susceptibilidad a la erosión y deberá ser objeto de un manejo especial, orientado al mantenimiento e incremento de la cobertura arbórea para mejorar la

¹⁵ CONAP et al.

captación de agua y desaceleración de la erosión. Suma aproximadamente 23.04 kilómetros cuadrados constituyendo el 42.88 % del área total. ¹⁶

Dentro de esta Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua se ha detectado la pérdida de bosque producto de la extracción ilícita de la flora maderable. Las áreas de expansión del casco urbano del municipio de San Pedro Sacatepéquez, residenciales El Encinal, San José Pacul, Carrizal, Payatzanca, El Manzanillo, Chicamán (estas residenciales están repartidas entre los municipios de Mixco, Santiago, San Lucas y San Pedro) han cambiado el uso de la tierra a 381.21 hectáreas, que equivalen al 8.29 % del área de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

Las áreas de influencia de estas áreas de expansión han cambiado el uso de forestal a uso agrícola a 407.91 hectáreas, correspondiente al 8.87 % del área de la Cordillera Alux. Al sumar el área de los pastos y el uso de guamil (vegetación secundaria en sucesión), con los valores de los usos urbano y agrícola, se obtiene un valor de 994.16 hectáreas, que representan el 21.63 % del área de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Es decir, más de la quinta parte del área de la Reserva Forestal. ¹⁷

b) Zona de Uso Extensivo

La Zona de Uso Extensivo está compuesta de zonas aptas para la actividad agrícola, con suelos de pendientes suaves y con posibilidades de desarrollo urbano de baja intensidad y carga. Esta zona rodea a la Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua. Según el Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux los pobladores podrán continuar con las actividades agropecuarias y con la expansión de la actividad urbanizadora, siempre y cuando se tomen todas aquellas acciones de mitigación para evitar la erosión, la contaminación y la fuga acelerada de agua. Su extensión total es de 23.68

¹⁶ CONAP et al.

¹⁷ CONAP et al.

kilómetros cuadrados, siendo un 44.08 % del área total. ¹⁸Dentro de esta zona de uso extensivo, la mayor presión en la pérdida de cobertura es a causa de las áreas de expansión urbana de el casco urbano del municipio de San Pedro Sacatepéquez y de sus aldeas Laguna Seca, La Presa, Las Limas, EL Naranjo, El Naranjito; las aldeas El Manzanillo, San José Pacul, Pachalí que pertenecen a Santiago Sacatepéquez y el casco urbano de Mixco con sus residenciales El Retiro, Los Frutales, El Bejucal, Villa Montana y Jardines Emanuel; que han cambiado el uso forestal y/o agrícola a uso urbano, en 512.99 hectáreas, que equivalen al 11.16% del área de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Al sumar este valor con los valores de los usos de cultivos, guamil y pastos, se obtiene un valor de 1075.76 de hectáreas, que corresponde al 23.40% del área de la Cordillera Alux. ¹⁹

c) Zona de Desarrollo Urbano

La Zona de Desarrollo Urbano se caracteriza por contener nueve áreas grandes, consideradas de mayor presión de expansión urbana (Mixco, Tempiscal, Escuela Canina Miramundo, San Lucas, Pachalí, San Pedro Sacatepéquez, Buena Vista y Altagracia), además de otros centros poblados que pueden presentar presión de expansión urbana a largo plazo. Comprende una extensión de siete kilómetros cuadrados , equivalente al 13.03 % de área total. Según el Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, estas zonas deberán contar con servicios básicos de saneamiento ambiental y, de existir mercados, plantas industriales y otra actividad que, por su magnitud, necesiten infraestructura extraordinaria de tratamiento de aguas, la administración del área protegida dará facilidades para que los propietarios de dichas actividades productivas así lo puedan desarrollar. ²⁰

¹⁸ CONAP et al.

¹⁹ CONAP et al.

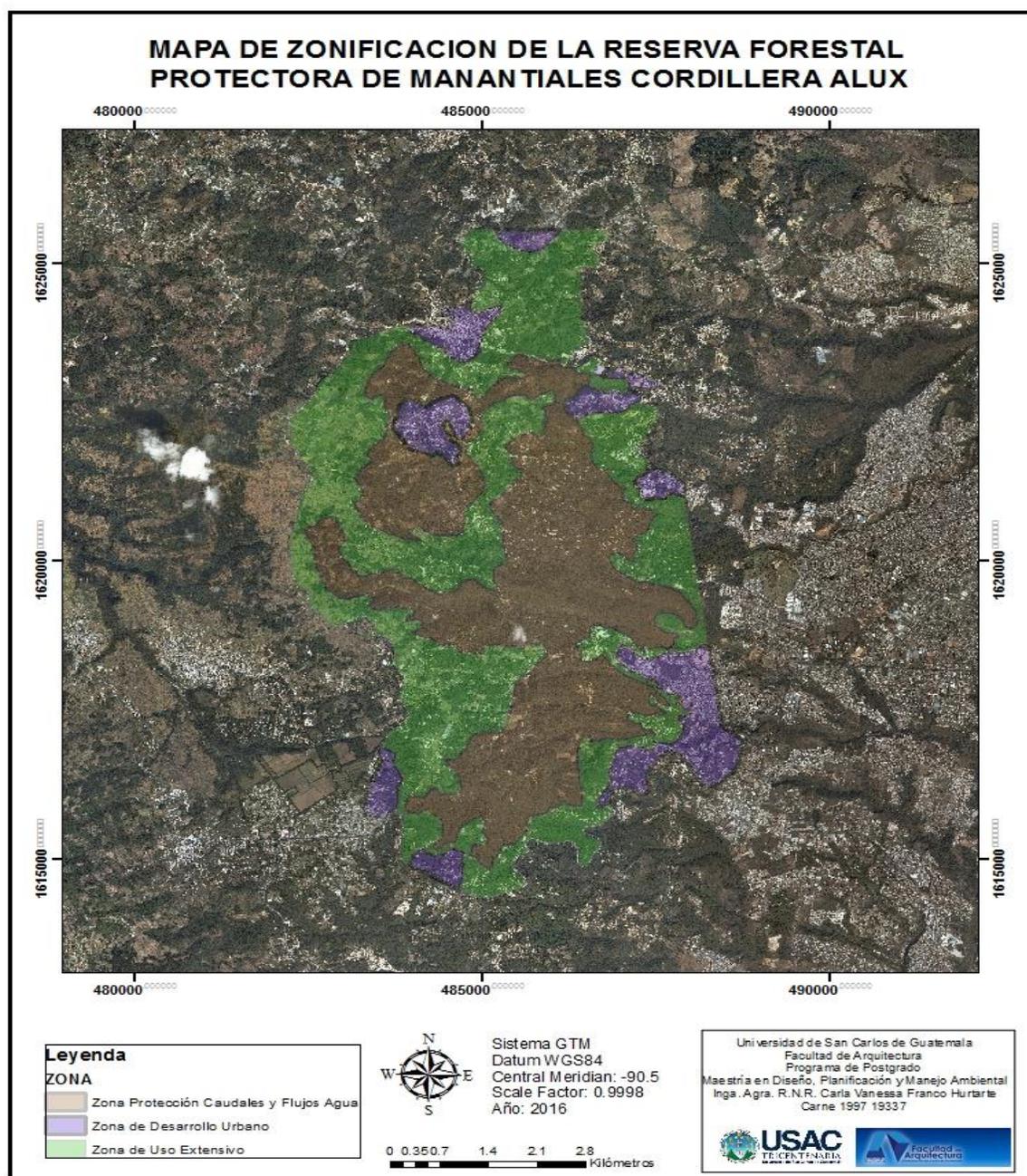
²⁰ CONAP et al.

Cuadro 3. Porcentaje de zonificación del área protegida

Zona	Porcentaje	Kilómetros cuadrados
Protección de caudales y flujos de agua	42.88%	23.04
Uso extensivo	44.08%	23.68
Desarrollo urbano	13.03%	07.00

Fuente: elaboración propia con base en PM RFPMC

Figura 3. Mapa de zonificación



Fuente: elaboración propia, con base en SIG

3.2 Aspectos biofísicos

3.2.1 Zonas de vida

De acuerdo con la Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala (De la Cruz, 1982), la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux corresponde al Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bh-Mb). Las principales especies indicadoras de esta zona de vida son las de nombre común Encino (*Quercus conspersa*, *Quercus tristis*, *Quercus brachistachys*), asociados generalmente con algunas especies de nombre común pino (*Pinus pseudostrobus*, *Pinus maximinoi*), razón por la que se denominan “Bosques de Pino-Encino”. ²¹

3.2.2 Clima

El clima prevaleciente en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, según la Clasificación de Thornthwaite, es templado, con invierno benigno, húmedo y estación seca. En el área se definen dos épocas: la seca, de noviembre a abril y la lluviosa de mayo a octubre. ²²

a. Temperatura media

Dentro del área de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux no funcionan estaciones meteorológicas. Los datos que se presentan son de dos estaciones ubicadas en sus alrededores y reflejan las condiciones de la temperatura media. La información de estas estaciones se presenta en los valores promedios de las dos estaciones, para el período 1992-2003, en donde se observa que la temperatura media anual del área protegida es de 19.26 grados centígrados. ²³ Cabe mencionar que, en el Parque Ecológico Senderos de Alux existe una estación meteorológica sin funcionamiento.

b. Humedad relativa

Según la estación central del INSIVUMEH, la humedad relativa es de 78.45 %, aunque se estima que este valor es mayor en el área de la Cordillera Alux, por la

²¹ CONAP et al.

²² Proyecto de Asistencia Técnicas y Generación de información, . «. “Clasificación climática de Koppen.” Unidad de Políticas e información estratégica. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001.»

²³ CONAP et al., «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – InfoIarna».

presencia de las nubes la mayor parte del día y del año, especialmente en la época lluviosa.²⁴

c. Precipitación

La precipitación media anual es de 1265.80 milímetros. La época de lluvias se inicia a partir de mayo y finaliza en octubre, aunque sigue lloviendo durante noviembre. Seguramente, estos valores de precipitación se encuentren debajo de los niveles reales, dado que estos valores no recogen la precipitación en forma de rocío o que queda en los fustes de los árboles (precipitación horizontal), dada la presencia de la nubosidad, durante buena parte de la tarde y del año.²⁵

d. Evapotranspiración

La evapotranspiración media anual es de 830.66 milímetros. Los valores mensuales promedio entre las dos estaciones y en forma mensual. Estos excedentes de precipitación en los meses de mayo a octubre de cada año permiten alimentar las corrientes superficiales y subterráneas de la Cordillera Alux.²⁶

3.2.3 Hidrología

a. Cuencas

Parte del área de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux se ubica en la vertiente del mar del Caribe, a través del río Motagua. Esta parte de la cuenca del río Motagua comprende las subcuencas del río Pixcaya (16.70 % del área protegida) y río Plátanos (41.63 %). Esta parte de la cuenca del río Motagua, se forma por las microcuencas de los ríos El Milagro y Las Limas, que se originan en la parte norte de la Reserva Forestal y que son afluentes del río Las Vacas.²⁷ El área protegida se encuentra en la parte alta de la cuenca del lago de Amatitlán.

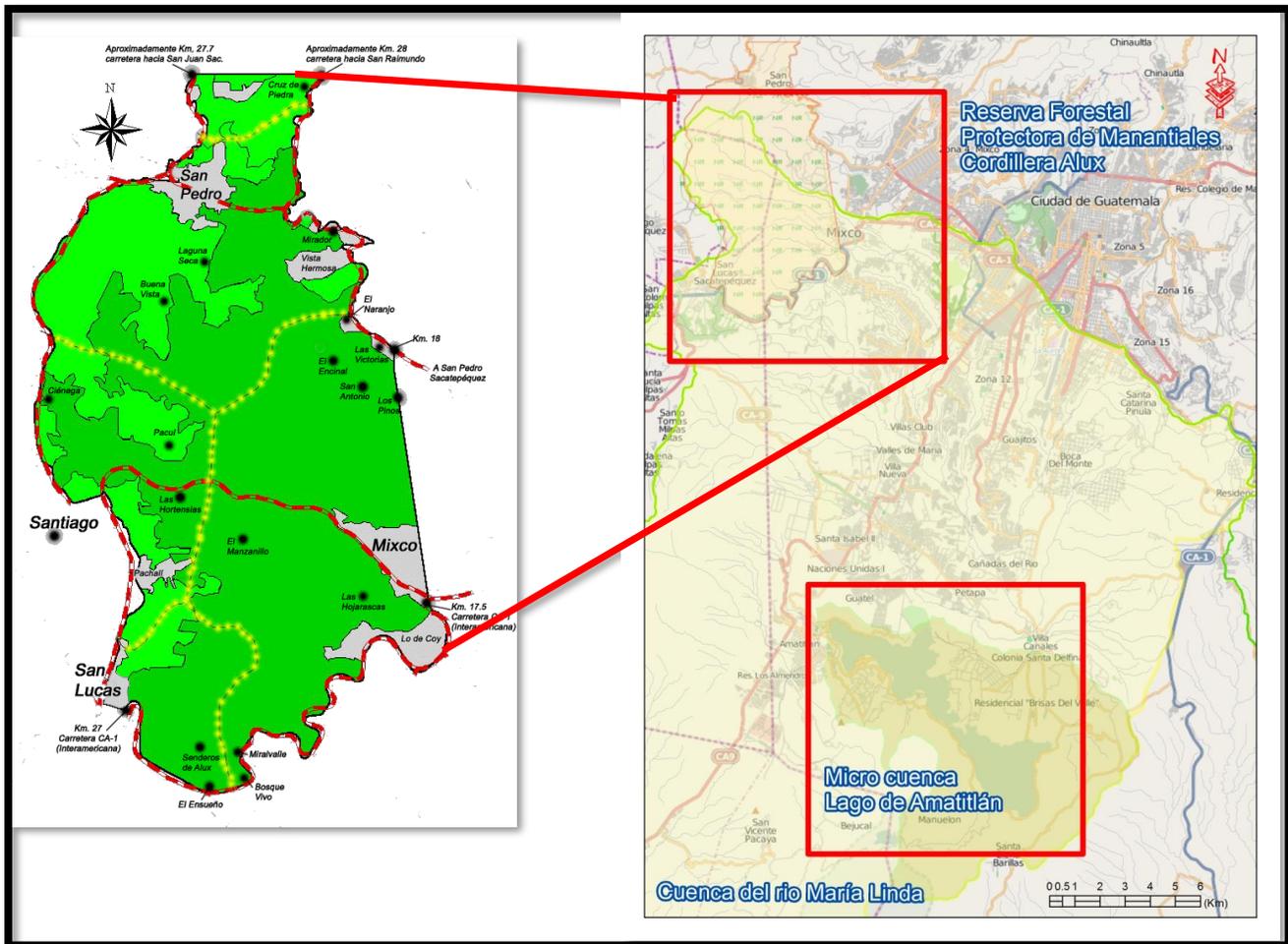
²⁴ CONAP et al.

²⁵ CONAP et al.

²⁶ CONAP et al.

²⁷ CONAP et al.

Figura 4. Mapa de hidrología del área protegida



Fuente: elaboración propia con base en SIG

b. Ríos

Dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux existen 27 cursos de agua, ²⁸con un total de 44,985 metros, de los cuales 10 son permanentes, con una longitud de 20,413 metros y 17 corrientes intermitentes o efímeras, con una longitud de 24,572 metros.

Al este de la labor Altagracia nace el río Naranjito y al lado oeste de las Granjas El Encinal nace el río La Brigada, los cuales conforman el río Salaya, que aguas abajo recibe el nombre de río Tzalja y finalmente río Zapote. Al este de la aldea Tres Cruces nace el río Las Flores que aguas abajo recibe el nombre de río Pancochá y al oeste de San José Pacul y El Carrizal nace el río Pansalic, los cuales conforman el río Molino, cerca de San Ignacio, para finalmente unirse al río Zapote. A inmediaciones de la aldea El Manzanillo nace el río Seco y en el cerro El Astillero nace el riachuelo El Tempiscal, los cuales tributan al río Panchiguaja y este al río Molino y finalmente se une al río El Zapote, tributario del río Motagua. ²⁹

Cerca de la finca Lourdes nace el riachuelo Chilayón, tributario del río San Lucas y este del río Villalobos. Otros tributarios del río San Lucas nacen en la labor Miralvalle, en la granja San Nicolás y el cerro Miramundo, que conforma el río Mansilla y desembocan en el río San Lucas. Estos ríos tributan al río Villalobos, el cual une al río María Linda. ³⁰

²⁸ CONAP, «Diagnóstico general de los recursos hidráulicos de la cordillera alux, Guatemala».

²⁹ CONAP et al., «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – InfoIarna».

³⁰ CONAP et al.

3.2.4 Flora

Se ha destacado la importancia de la composición de las diferentes masas forestales sobre la lámina de recarga hídrica en los suelos de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Se puede decir, que la vegetación, después del recurso agua, es uno de los recursos renovables más importantes, por las funciones que cumple. Este recurso renovable resulta estratégico por su ubicación en las cabeceras de las cuencas de los ríos María Linda y Motagua, ya que la misma tiene efectos favorables sobre el régimen hídrico, en cuanto a la distribución, continuación y sobre la calidad del agua. ³¹

En cuanto a los bosques se pueden diferenciar tres grupos de masas forestales. Un grupo que está compuesto de especies latifoliadas, un grupo de especies de latifoliadas y de coníferas, y otro grupo compuesto predominantemente de coníferas. ³²

Figura 6. Vista del área protegida



Fuente: imagen propia

³¹ CONAP et al.

³² CONAP et al.

3.2.5 Fauna

Son escasos los estudios de fauna de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux que permitan conocer su diversidad, abundancia y distribución, y la mayoría se han realizado en el Parque Ecológico Senderos de Alux. Se estima que las poblaciones de animales son bajas, aunque mantienen su diversidad, reflejando los problemas en el área protegida. Este Parque representa el 1.09 % del área de la Cordillera Alux. El total de especies de fauna reportadas para la cordillera es de 80, distribuidas entre aves, invertebrados, mamíferos, reptiles, mariposas.³³

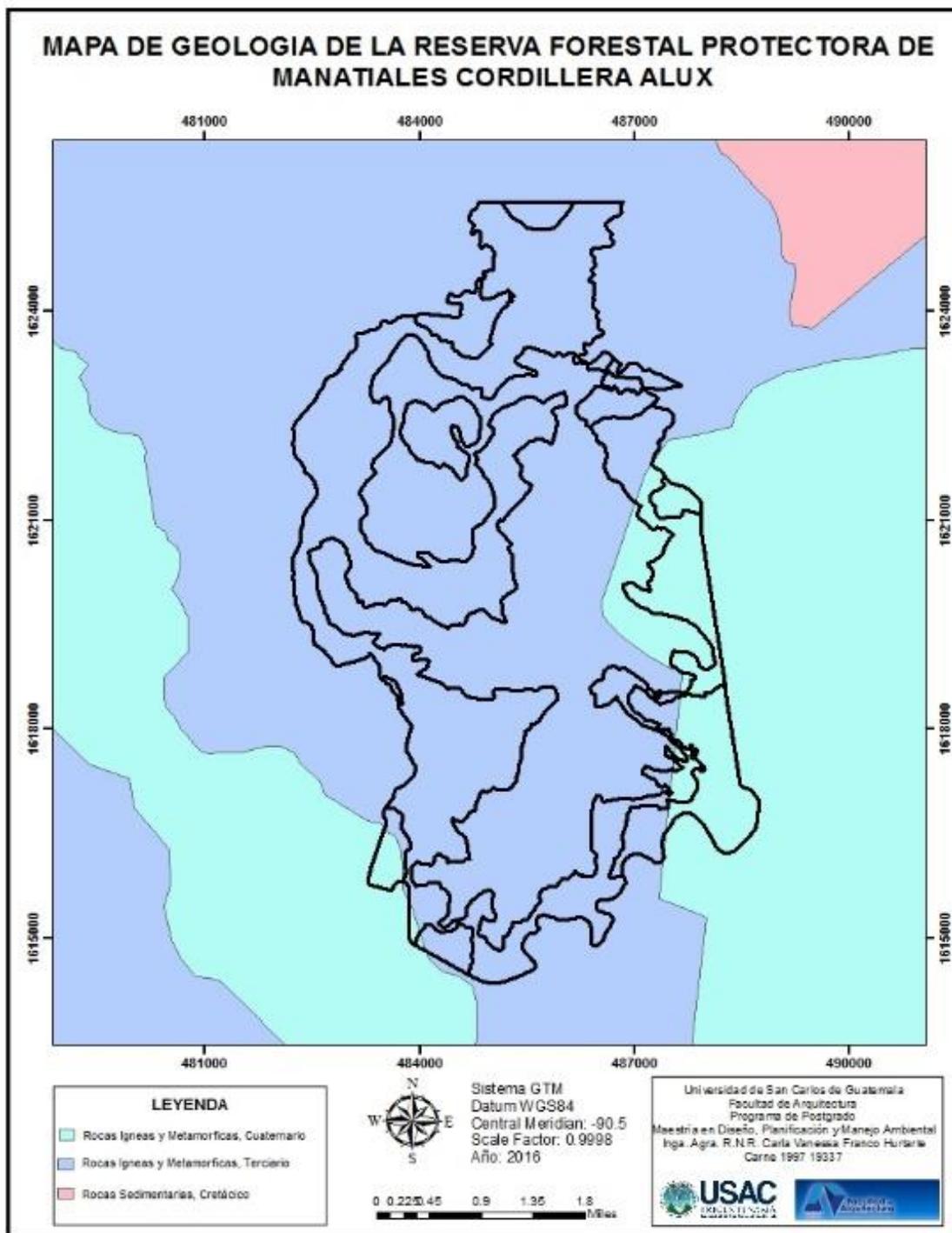
3.2.6 Geología

Los suelos de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux pertenecen predominantemente al período Terciario, con una edad que va desde los 66.4 millones de años hasta los 1.8 millones de años, mientras en menor porcentaje, se encuentran los suelos del período Cuaternario, los cuales tienen una edad cercana a los 2 millones de años, los cuales presentan rocas ígneas y metamórficas, como resultado de la intensa actividad volcánica que se desarrolla en Guatemala. Todo este material superficial descansa sobre material calizo y metamórfico muy antiguo, que permite que los suelos sean muy similares, desde el punto de vista hidrológico, ya que poseen la misma permeabilidad y conductividad hídrica.³⁴

³³ CONAP et al.

³⁴ CONAP et al.

Figura 7. Mapa de hidrología del área protegida



Fuente: elaboración propia con base en SIG

3.2.7 Fisiografía y relieve

Los suelos de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux se ubican dentro de la región fisiográfica Tierras Altas Volcánicas y la Subregión Montañosa y Planicie Central. Las Tierras Altas Volcánicas se caracterizan por encontrarse cubiertas de basalto y riolitas, las cuales se desarrollaron sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte del valle hendido (graben), en que está localizada la ciudad de Guatemala ³⁵

La Subregión Montañosa y Planicie Central se caracteriza por presentar un drenaje tipo dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo, trellis y trenzado. Dado que el área se desarrolló en un ambiente volcánico, los materiales geológicos que se observan son rocas volcánicas, andesitas y basaltos, flujos riolíticos (obsidias y perlitas); materiales aluviales, sedimentos fluvio-lacustres, lahares y ceniza volcánica.³⁶

3.2.8 Suelos

Los suelos de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, de acuerdo con la *Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*,³⁷ pertenecen a los suelos de la altiplanicie central y al subgrupo de suelos profundos sobre materiales volcánicos a mediana altitud. A nivel de serie, pertenecen a la serie “Cauque”, los cuales se caracterizan por ser suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa. Los relieves se caracterizan por ser escarpados en combinación con superficies onduladas y casi planas. ³⁸

El suelo superficial a una profundidad de 15 centímetros es franco o franco-arcillo-arenoso, friable de color café oscuro, con un alto contenido de humus y estructura granular fina. A profundidades de 50 centímetros hasta más de un metro, la estructura es granular suave y con un valor de pH de 6.0. El material parental es pómez gruesa cementada, de color casi blanco; en algunos lugares se encuentra sin descomponer y en otros, está intemperizada a más de tres metros de profundidad. ³⁹La textura franca arcillo-arenosa y la estructura de bloques,

³⁵ CONAP, «Diagnóstico general de los recursos hidráulicos de la cordillera alux, Guatemala».

³⁶ Guerra, «Compendio de geografía económica y humana de Guatemala. Guatemala».

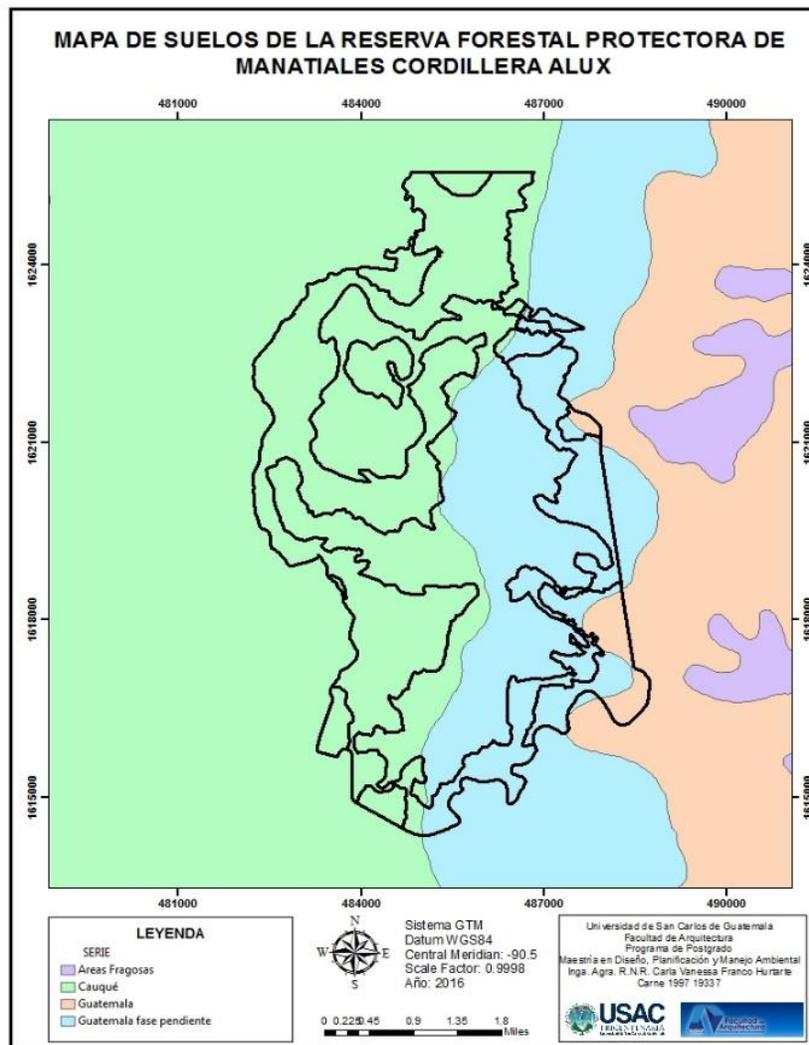
³⁷ Simmons, «Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala.»

³⁸ Simmons.

³⁹ Simmons.

contribuyen a que estos suelos presenten buenas condiciones de drenaje y permitan una buena infiltración, situación que favorece la percolación hacia los mantos acuíferos. Desde el punto de vista taxonómico, los suelos de la Cordillera Alux pertenecen al orden inceptisoles y pequeñas áreas de suelos corresponden al orden de los entisoles.⁴⁰

Figura 8. Mapa de suelos



Fuente: elaboración propia con base en SIG

⁴⁰ CONAP, «Diagnóstico general de los recursos hídricos de la cordillera alux, Guatemala».

3.3 Usos actuales de los recursos naturales

El uso de los recursos naturales presentes dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux se describen a continuación:

3.3.1 Uso del agua

La situación del recurso agua es alarmante, por el escaso control que existe sobre la extracción, la calidad y la deposición final de la misma luego de ser utilizada por las industrias y viviendas. El escaso manejo de los desechos y la ubicación de los pozos ciegos, en algunas comunidades, ha propiciado que la calidad del agua disminuya y con esta su oferta por la degradación de otros recursos asociados, como lo son la flora y los suelos.

a. Aprovechamiento de recursos hídricos superficiales y subterráneos

En 1999 la Asociación Desarrollo para Todos (ASODESPT) realizó una encuesta, la cual capturó la siguiente información: El 46.5 % de los encuestados indicó que el agua es el recurso más importante dentro de la Cordillera Alux. Las formas de abastecimiento son a través de agua entubada, pozo propio y la venta de agua en toneles que realizan los camiones piperos.

b. Usuarios del agua

Los consumidores de agua dentro de la Cordillera Alux se dividen en dos grupos: consumidores-abastecedores y los consumidores finales. El primer grupo, lo componen actores privados o municipales, quienes se encargan de captar el agua, la distribuyen y comercializan hacia los consumidores finales. El segundo grupo, integrado por los demandantes de agua, para los usos domésticos y productivos. Los tipos de consumidores-abastecedores y los consumidores finales de los municipios de Mixco y San Lucas Sacatepéquez.

c. Uso de la flora

Los usos del bosque son principalmente para la extracción de madera para consumo de leña y construcciones de viviendas. Así también, se dan significativas extracciones ilícitas, las que son imposibles cuantificarlas, especialmente en los municipios de San Pedro, Santiago y Mixco. Estos aprovechamientos ilícitos propician la pérdida de material genético, ya que los pobladores aprovechan los mejores individuos dejando como remanentes, los árboles más deformes y enfermos. Así también, se perturba el hábitat para la fauna silvestre y se disminuyen

las fuentes alimenticias, al reducirse la disponibilidad de frutos y semillas, para las aves, estas, se ven obligadas a migrar hacia otros lugares.

En relación con los aprovechamientos forestales con fines no comerciales, contemplado en el Plan Maestro, de acuerdo a las características de los árboles y el volumen autorizado de hasta 15 metros cúbicos de madera por año por familia, se elabora la credencial de consumo familiar y se extiende al propietario. Se dan 15 días hábiles para que realice el aprovechamiento de los árboles autorizados y los guarda recursos verifican en campo que se derriben los árboles autorizados. Así también, verifican que los propietarios cumplan con el compromiso de sembrar 10 árboles por cada árbol autorizado.

Los consumos de madera para construcciones son menores a los consumos familiares para leña, lo cual refleja la importancia de la permanencia del bosque, como fuente energética. Se reconoce que, con los niveles actuales de minifundismo en los municipios de Santiago, San Pedro y San Juan Sacatepéquez, los consumos familiares propician el avance de la frontera agrícola, ya que cuando los propietarios realizan los aprovechamientos forestales, observan nuevos espacios para practicar la agricultura, lo cual no estimula la siembra de árboles en estos nuevos espacios.

41

Figura 9. Vista del área protegida



Fuente: imagen propia

⁴¹ CONAP et al., «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – InfoIarna».

d. Uso de la fauna

Los problemas relacionados con el avance de la frontera agrícola y urbana, los niveles crecientes de intervención a los bosques remanentes y la contaminación, así como las extracciones ilícitas de flora y fauna, dan como resultado una fauna marginal. Las principales especies que se observan en el área son: conejos (*Sylvigalus spp.*), ardillas (*Sciurus variegatoides*) y palomas de castilla (*Columba livia*).

e. Uso actual de la tierra

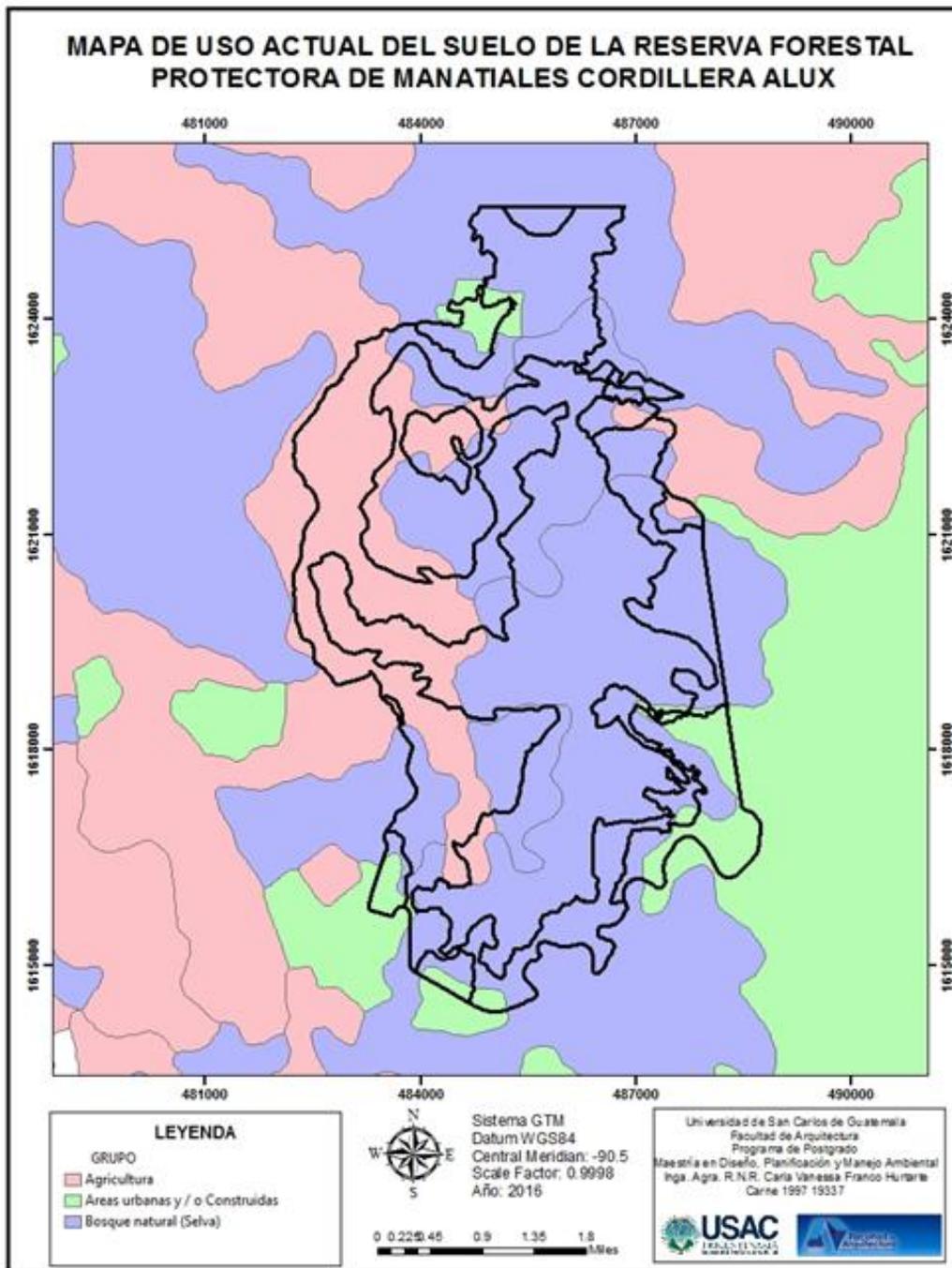
La colindancia de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux a la ciudad de Guatemala, se ve influenciada por la dinámica del crecimiento urbano, siendo este más evidente en los municipios de Mixco, San Lucas y San Pedro Sacatepéquez. Este avance de la frontera urbana y agrícola representa una amenaza para la conservación de los recursos naturales con que cuenta la Reserva Forestal y sus procesos ecológicos y biológicos, están seriamente amenazados. Es por ello, importante analizar la tendencia y velocidad con que están ocurriendo dichos cambios, para diseñar políticas y medidas que tiendan a darle sostenibilidad a estos procesos ecológicos y biológicos y reducir las amenazas. Otro elemento que contribuye con esta problemática es el minifundismo imperante en los municipios de Santiago, San Pedro y San Juan Sacatepéquez. El minifundismo se da en menor proporción en los municipios de Mixco y San Lucas Sacatepéquez.

Figura 10. Vista del área protegida



Fuente: imagen propia

Figura 11. Mapa de uso actual de la tierra

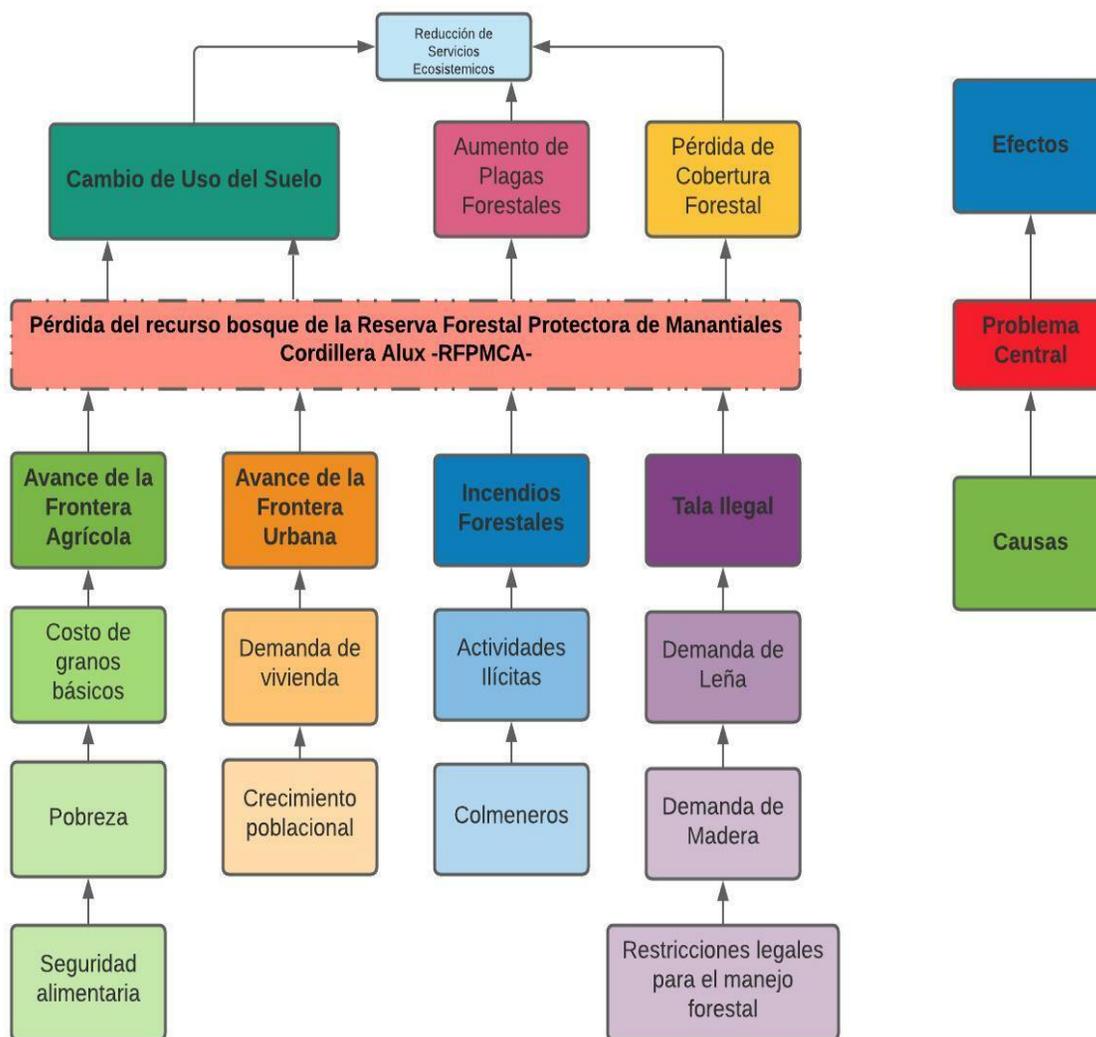


Fuente: elaboración propia con base en SIG

3.4 Árbol de problemas

Debido a la problemática de pérdida del recurso bosque que está afectando la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux y con el fin de buscar detener impacto que esto causa, se realizó el árbol de problemas específico para la pérdida del recurso bosque y no para todos los problemas que afectan la RFBMCA.

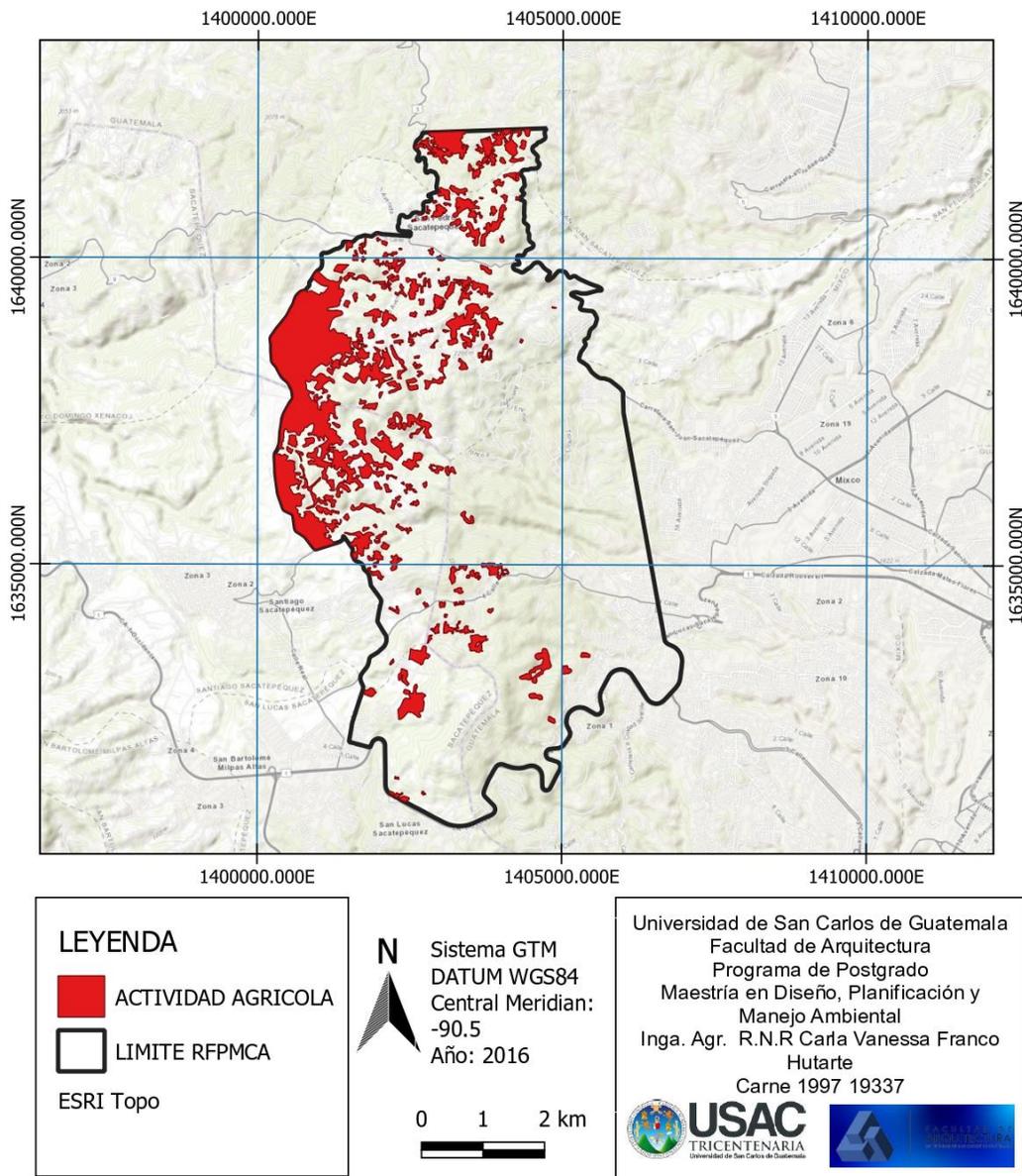
Figura 12. Árbol de problemas RFBMCA



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Mapa actividad agrícola

MAPA DE LA DINAMICA DE LA ACTIVIDAD AGRICOLA DE LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE MANANTIALES CORDILLERA ALUX

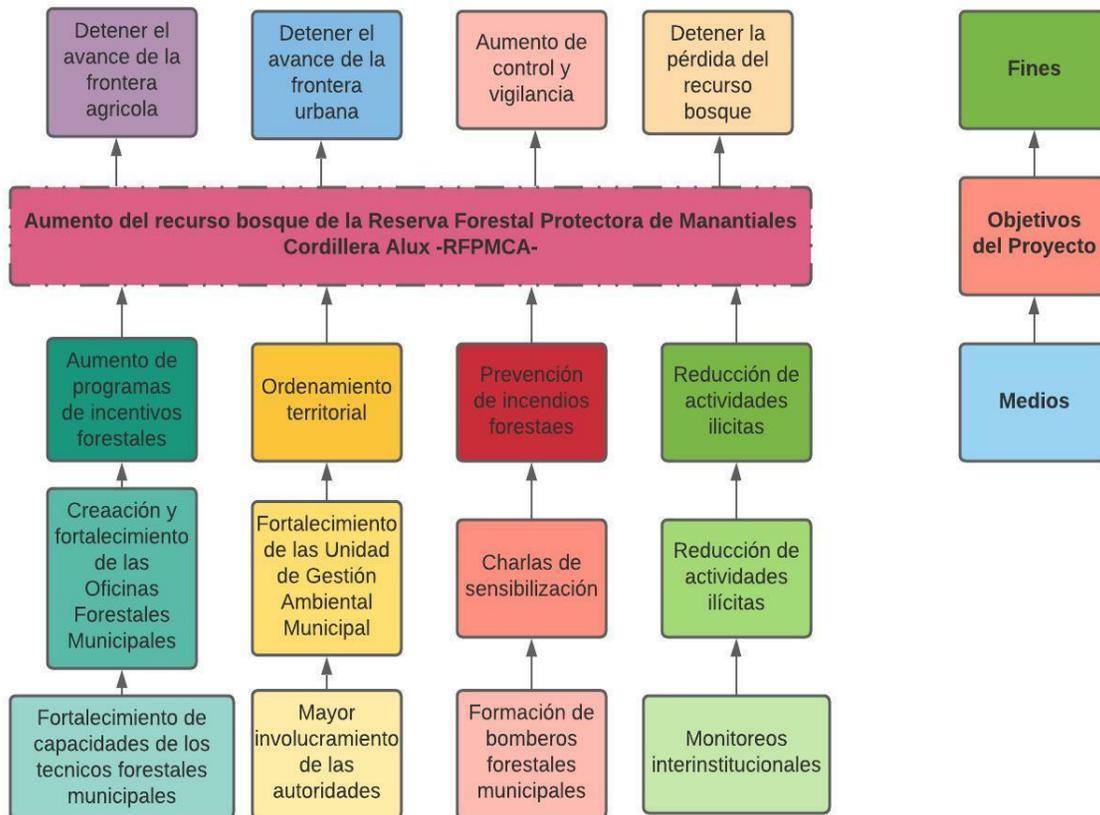


Fuente: elaboración propia con base en SIG

3.5 Árbol de objetivos

Enfocado en el problema principal que es la pérdida del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, el árbol de objetivos va enfocado al aumento de la cobertura forestal de la RFBMCA.

Figura 14. Árbol de objetivos RFBMCA



Fuente: elaboración propia

3.6 Influencia del ser humano en la reducción del recurso bosque

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux fue delimitada con el fin de conservar especies de flora y fauna y permitir la interacción del ser humano con la naturaleza, manteniendo un equilibrio que no permitiera cambio a través del tiempo.

El equilibrio dentro de la RFBMCA puede ser alterado de forma natural por eventos propios de la naturaleza, donde el hombre no tiene intervención y alteraciones

humanas donde las acciones del hombre son las que provocan la pérdida del equilibrio entre las especies que conviven dentro de la RFBMCA.

Algunas alteraciones provocadas por la población vecina al área protegida son:

- Avance de la frontera urbana y agrícola
- Aumento de la población
- Deforestación
- Cambio climático
- Contaminación
- Pérdida de biodiversidad
- Incendios forestales

La RFBMCA está siendo afectada debido a la presión ejercida de parte de la población de los municipios que la integran Mixco, San Lucas, San Pedro, San Juan y Santiago Sacatepéquez, por un lado personas que ingresan para recolectar leña, cazar y talar árboles para su consumo o para comercializar de forma ilícita, y por otro un grupo de la sociedad civil que se oponen a que las autoridades como INAB, CONAP y la Municipalidad realicen actividades silviculturales que permitan mantener el equilibrio, esto en parte se debe a la falta de educación ambiental, todo en conjunto provoca la pérdida de los recursos, biodiversidad y el paisaje.

La RFBMCA es visitada por turistas, alumnos de colegios y vecinos en general; quienes llegan con el fin de interactuar con la naturaleza, hacer deporte, entre otros; pero su visita también genera ciertos problemas debido que no se tiene un sistema adecuado de control y vigilancia de estos grupos, los cuales dejan desechos sólidos y líquidos que contaminan las fuentes de agua.

A través de la historia, los seres humanos han utilizado pródigamente los recursos naturales, en un principio sin tener conocimiento, posteriormente sin otorgar la debida importancia al concepto de la sustentabilidad, lo que ha llevado en diversas áreas al deterioro cuantitativo y cualitativo de los ecosistemas que proporcionan los recursos para obtener los satisfactores que la sociedad actual considerada como indispensables (Ecoportal, s.f.).

Capítulo IV. RESULTADO: PROPUESTA DE PLAN PILOTO

En este capítulo se presenta un plan piloto, el cual tiene como objetivo ofrecer una solución al problema que aqueja el recurso bosque en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFBMCA). Este plan ha sido diseñado como respuesta a la amenaza de pérdida de cobertura forestal del área protegida, su importancia radica en la capacidad para impulsar acciones concretas y efectivas que permitan la conservación del bosque en la RFBMCA. Cabe mencionar que la propuesta de este plan fue presentada al Consejo Nacional de Áreas Protegidas, y como resultado de dicha presentación se indicó que iniciarán las gestiones para su implementación.

Los componentes del plan piloto se estructuran en una serie de estrategias interrelacionadas: 1) Sensibilización: con el objetivo de despertar el interés y participación de propietarios de tierras potenciales para la reforestación; 2) Capacitación: dirigida a fortalecer las capacidades del personal encargado de ejecutar el plan, abordando temas como el establecimiento de viveros forestales, manejo silvicultural, etc.; 3) Gestión de suministros: enfocado en asegurar el apoyo financiero y logístico necesario para el suministro de plantas y otros insumos requeridos para las actividades de reforestación.

4.1 Componentes de implementación

4.1.1 Sensibilización

Para lograr la implementación del plan de recuperación del recurso bosque en la RFBMCA es necesario despertar el interés de los propietarios de las áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones a través de charlas, capacitaciones, giras de intercambio.

La sensibilización puede ser realizada por una sola persona, pueden ser los guardarecursos del área protegida, técnicos forestales municipales o los educadores ambientales del Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

Deberá ser dirigida a grupos pequeños y homogéneos de propietarios de tierras con potencial de reforestación.

Dentro de las charlas de sensibilización es necesario promover los programas de incentivos forestales en sus distintas modalidades buscando que los propietarios acepten realizar alguna de las actividades de recuperación, protección o restauración del recurso bosque, según las características de cada área y su potencial.

4.1.2 Capacitación

Consiste en actividades para la creación, actualización o fortalecimiento de capacidades de las personas responsables directos de la ejecución del presente plan, en temas de establecimiento de viveros forestales, plantaciones forestales, manejo silvicultural, protección forestal y mecanismos para ingreso de proyectos en los programas de incentivos forestales. Esta puede estar a cargo del técnico forestal del Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

Se debe fortalecer a los técnicos forestales municipales para la elaboración de los planes de manejo que es un requisito fundamental para el ingreso a los programas de incentivos forestales.

4.1.3 Gestión de suministros

Consiste en gestionar todo el apoyo financiero para el suministro de plantas para las reforestaciones.

Es aquí donde las oficinas forestales municipales juegan un papel muy importante en la implementación de este plan de recuperación del recurso bosque de la RFPMCA, ya que deben gestionar en sus municipalidades el apoyo financiero para el establecimiento y fortalecimiento donde ya se cuenta de los viveros forestales municipales.

Las plantas que producen los viveros forestales municipales, no precisamente deben ser regaladas a los vecinos o propietarios de las áreas a incentivar, pero sí pueden servir de motivante para iniciar los proyectos dando la planta a un precio inferior a como se encuentra en el mercado local.

Además, se debe garantizar, por ser un área protegida que las especies a reproducir o a usar en los diferentes proyectos sean especies nativas.

4.2 Mecanismos de implementación

4.2.1 Comité Técnico Asesor

Para lograr la implementación del presente plan de recuperación del recurso bosque de la RFPMCA es necesario que el Comité Técnico Asesor creado, según AG 41-1997, que da vida al área protegida se active y se apropie del mismo, considerando la importancia que representa el recurso bosque para la población de los cinco municipios que integran el área protegida.

Para garantizar que las áreas que han perdido parte o el total de su recurso bosque se recuperen es necesario, que a través del CONAP, se identifiquen estas áreas y de acuerdo a un diagnóstico individual, según su ubicación y estado de degradación o conservación se determine la modalidad a la cual aplica dentro de los programas de incentivos forestales PINPEP o PROBOSQUE.

La creación de una mancomunidad sería un paso importante en la ejecución de este plan de recuperación del recurso bosque, ya que a través de la mancomunidad se podría gestionar apoyo y recursos para su implementación.

4.3 Modalidades a implementar

Para alcanzar los objetivos de este plan piloto de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux es necesario implementar proyectos a los programas de incentivos forestales en las siguientes modalidades: plantaciones forestales, sistemas agroforestales, restauración del paisaje forestal y manejo de bosque con fines de protección.

4.3.1 Plantaciones forestales

Los proyectos de plantaciones forestales a implementar en las áreas desprovistas de cobertura forestal deberán cumplir con los parámetros y lineamientos técnicos mínimos establecidos en los programas de incentivos forestales.

- Densidad inicial: deben establecerse con una densidad mínima de 1,111 plantas por hectárea.
- Fitosanidad: deberá mantener un porcentaje mínimo para fitosanidad de 90 % de plantas sanas.
- Labores culturales y medidas silviculturales: se deberán establecer y realizar las labores culturales y medidas silviculturales en el plan de manejo forestal que garanticen el desarrollo y supervivencia de la plantación.

Luego de tener identificadas las áreas para establecer las plantaciones forestales debemos seleccionar las especies que vamos a plantar, por ser un área protegida no se pueden utilizar especies exóticas por lo que todos los proyectos de reforestación deberán realizarse con especies propias del área protegida, con lo que se estará garantizando su biodiversidad.

4.3.2 Sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales son formas de uso de la tierra, en el cual las especies forestales interactúan con cultivos o animales en el mismo espacio y en el tiempo de manera simultánea o secuencial.⁴²

En sistemas agroforestales se podrán establecer distintos socios de árboles con cultivos anuales, con cultivos permanentes y silvopastoriles.

La densidad mínima inicial por tipo de proyecto es la siguiente:

- En sistemas agroforestales de árboles en socio con cultivos anuales, se deberá establecer una densidad mínima de 550 árboles por hectárea, garantizando un mínimo de 250 árboles de especies maderables de alto valor comercial, las cuales se distribuirán en el área del proyecto según las condiciones de cada terreno y cultivo con el cual se realice el socio.
- Árboles en socio con cultivos perennes se deberá establecer una densidad mínima de 120 árboles por hectárea, distribuidos dentro del área de cada proyecto, con un mínimo de 60 árboles de especies maderables de alto valor comercial.
- Sistemas silvopastoriles deberán tener una densidad mínima de 250 árboles por hectárea, distribuidos de acuerdo con los arreglos que mejor se acomoden a las características de cada terreno, con un mínimo de 60 árboles de especies maderables de alto valor comercial.
- Árboles en línea: el arreglo de árboles en línea plantados en el perímetro de los terrenos deberá tener una densidad mínima de 200 árboles por hectárea, a un distanciamiento no menor de dos metros entre plantas, con un mínimo de 60 árboles de especies maderables de alto valor comercial. Si el área del proyecto es mayor a una (1) hectárea se deberá completar la densidad requerida en líneas intermedias.

⁴² Ley Forestal.

La supervivencia y fitosanidad en los proyectos de sistemas agroforestales será del ochenta y cinco (85) por ciento para la fase de establecimiento y setenta y cinco (75) por ciento, para las fases de mantenimiento.

Para el establecimiento de estos proyectos se deberá considerar lo siguiente:

- Los árboles plantados en el perímetro de un terreno deberán tener un distanciamiento no menor de tres metros al cerco físico de la propiedad colindante.
- El área del proyecto será el área total que ocupa la práctica agroforestal.
- Si se establecen árboles para que sirvan como cerco vivo, los mismos deben cumplir con el concepto de sistemas agroforestales establecido en el presente documento y establecido en la Ley Forestal.
- Para cortinas rompevientos se deberá establecer mínimo dos hileras de árboles con estrato diferente, el distanciamiento entre plantas será de 2 m y entre surco 3 m, establecidos al tresbolillo.

4.3.3 Restauración del paisaje forestal

Con este tipo de proyectos se busca fomentar e implementar acciones que contribuyan a la recuperación o mantenimiento de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas del país, para la generación de bienes y servicios ecosistémicos.

Se implantarán en áreas que han tenido fuerte degradación y necesitan acciones para recuperar su estado natural y se deberán considerar las siguientes técnicas de restauración:

- Manejo de regeneración natural
- Plantación forestal
- Enriquecimiento y/o completación y
- Manejo de rebrotes

4.3.4 Manejo de bosque natural de protección

Los proyectos de MBN de protección incluyen cinco tipos de proyecto: 1. Protección de bosques para fuentes de agua; 2. Protección de bosques para conservación de diversidad biológica; 3. Protección de bosques para ecoturismo; 4. Protección de bosques para sitios sagrados; 5. Protección de bosques para conservación de germoplasma.

- **Protección de bosques para fuentes de agua:** estos proyectos buscan promover la protección y la conservación de áreas con bosque natural que cuenten con fuentes de agua superficial permanente y/o que estén ubicadas en zonas de muy alta recarga hídrica, a fin de garantizar la provisión del recurso hídrico a la sociedad guatemalteca.
- **Protección de bosques para conservación de diversidad biológica:** se utiliza para los diferentes tipos de bosques, así como los procesos ecológicos que ocurren en ellos.
- **Protección de bosques para ecoturismo:** se utiliza para proteger y conservar las áreas con bosque natural que cuentan con atractivo turístico para promover el manejo sostenible del patrimonio natural y cultural de Guatemala.
- **Protección de bosques para sitios sagrados:** con este tipo de proyectos se busca conservar los bosques naturales que tienen un valor cultural, espiritual e histórico para los pueblos indígenas y la sociedad en general.
- **Protección de bosques para conservación de germoplasma:** para mantener la diversidad genética de la población de la especie (es) priorizada (as) y/o, conservar rasgos fenotípicos específicos en poblaciones pequeñas de árboles dispersos de la especie (es) priorizada (as) y/o, conservar especies en peligro de extinción con un número mínimo de individuos por área.

4.4 Medidas de prevención contra plagas y enfermedades forestales

Las plagas forestales son una de las causas de pérdidas de árboles en plantaciones forestales y bosques naturales, provocando pérdidas económicas, ambientales, culturales, impactando a los ecosistemas; es por lo que, los planes de manejo forestal deben contemplar métodos de manejo, prevención, detección y control para diversas plagas y enfermedades; presentando dentro de su estructura una descripción detallada de estas actividades. Es necesario que se planifiquen medidas fitosanitarias como: monitoreos, evaluaciones, raleos y podas sanitarias en los tiempos establecidos y cuando el área bajo manejo lo requiera; y de esta manera aportar datos en la determinación del tratamiento más idóneo ante la infestación de una masa forestal.

En el manejo de plagas y enfermedades forestales existen tres enfoques: manejo silvícola, manejo con enemigos naturales y manejo con productos químicos.

4.5 Medidas de protección contra incendios forestales

Los incendios forestales son parte de los ecosistemas terrestres y han logrado que mucha de la vegetación de hoy día se haya adaptado al fuego, pero es importante considerar la prevención de estos considerando el tipo de ecosistema que se protegerá.

Como medidas de protección se deben contemplar y justificar medidas, acciones y actividades de campo tendientes a evitar que se originen incendios forestales en las áreas incentivadas.

Se debe considerar que la prevención ayuda a evitar que se originen incendios forestales, facilita el control, reduce la propagación, minimiza considerablemente los daños a la vegetación, entre otros aspectos. Es importante identificar previamente las principales actividades que realiza el hombre y que pueden originar incendios, en las acciones a realizar en las áreas bajo incentivo se encuentran, por ejemplo: brechas corta fuegos, líneas negras, quemas controladas, actividades silviculturales, etc.

4.6 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades va a depender de las autoridades de INAB y CONAP, quienes deberán aprobar los proyectos en los programas de incentivos forestales en sus distintas modalidades.

4.7 Conclusiones

- Se comprobó la hipótesis planteada, el recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux está experimentando una disminución por acciones humanas y naturales. Se ha identificado que la zona más afectada es el área de Desarrollo Urbano, donde se ha registrado una pérdida de 26 hectáreas durante el periodo comprendido entre 2006 y 2016, con una tasa anual de pérdida bruta de 2.6 hectáreas.
- La ausencia de un plan de recuperación para el recurso bosque en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera (RFPMCA) es evidente. Para contrarrestar de manera efectiva la degradación del recurso bosque en esta reserva, resulta fundamental la implementación de un plan de recuperación específico para este entorno natural.
- Se identificó las principales causas que contribuyen a la degradación del recurso bosque en la RFPMCA. Estas incluyen el avance de la frontera agrícola y urbana, los incendios forestales y la tala ilegal. Además, la escasez de control y falta de personal de guardabosques en la reserva han facilitado la entrada de personas para extraer recursos como leña, flora y fauna lo que conduce a una degradación aún mayor.
- Es necesario incorporar a los programas de incentivos forestales de INAB proyectos en sus diferentes modalidades con el fin de detener la degradación del recurso bosque de la RFPMCA y recuperar lo que se ha perdido.
- Para conservar la producción de bienes y servicios de la RFPMCA es necesario reducir la degradación del recurso bosque y recuperar la cobertura forestal en las áreas que ha sido degradado.
- Es necesario que las autoridades que administran los recursos forestales del país asuman su rol de protección y recuperación del recurso bosque en el área protegida RFPMCA.

4.8 Recomendaciones

- Implementar un plan de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFBMCA).
- Incorporar proyectos en sus distintas modalidades a los programas de incentivos forestales de INAB, PINPEP y PROBOSQUE.
- Fortalecer las capacidades de los técnicos forestales municipales en la elaboración de planes de manejo para los programas de incentivos forestales PINPEP y PROBOSQUE.
- Socializar con los propietarios de terrenos de la RFBMCA los beneficios de los programas de incentivos forestales para evitar que continúe la degradación del recurso bosque.
- Por la importancia y ubicación de la RFBMCA, para la población de los cinco municipios que la conforman es necesario realizar la socialización con todos los sectores para crear conciencia sobre los beneficios ecosistémicos que el área brinda.
- Analizar y actualizar el Plan Maestro del RFBMCA, donde se normen las actividades que se pueden realizar en el área protegida de acuerdo con las zonas delimitadas de una forma más objetiva.
- Fortalecer las medidas de control y vigilancia dentro de la RFBMCA para evitar la extracción de especies de flora y fauna.
- Promover el involucramiento de entidades privadas que se benefician de los bienes y servicios del área protegida.
- Promover un plan de valoración de los servicios ecosistémicos para plantear un esquema de pago por servicios ambientales.

4.9 Bibliografía

1. Borrador Plan maestro para el manejo del Parque Nacional Las Victorias, Cobán, Alta Verapaz.», s. f.
2. CONAP. «Diagnóstico general de los recursos hidráulicos de la cordillera alux, Guatemala», 2006.
3. ———. «Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux», 2010.
4. CONAP, INAB, MAGA, MARN, URL, y UVG. «Dinámica de Cobertura Forestal de Guatemala 2010-2016 (Folleto) – Infolarna», 2019. <http://www.infoiarna.org.gt/publicacion/dinamica-de-cobertura-forestal-de-guatemala-2010-2016-folleto/>.
5. Congreso de la República de Guatemala. Código Municipal, Pub. L. No. Decreto 12-2012 (2012).
6. ———. Ley de Áreas Protegidas. Guatemala, Pub. L. No. Decreto 4-89 (1989).
7. ———. Ley de protección y mejoramiento al medio ambiente (1986).
8. ———. Ley que declara la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, Decreto 41-97 § (1997).
9. Corte de Constitucionalidad. Constitución Política de la República de Guatemala, Pub. L. No. Reformada por Acuerdo legislativo No. 18-93 (1993).
10. García García, Giulio. «Recuperación Ambiental Paisajística el Rincón del Lago». Universidad Católica de Colombia, 2014. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/48b022e8-688c-46af-9ddd-ee5ca86a562f/content>.
11. González Quiej, Ana Carolina. «Centro recreativo y manejo de los recursos naturales renovables, Jalapa Guatemala.» Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_0878.pdf.
12. Guerra, Alfredo. «Compendio de geografía económica y humana de Guatemala. Guatemala», s. f.

13. IARNA-URL. «Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Guatemala: Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo.», 2012.
14. Ley Forestal, Pub. L. No. Decreto 101-96. (1996).
15. Proyecto de Asistencia Técnicas y Generación de información. «. “Clasificación climática de Köppen.” Unidad de Políticas e información estratégica. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación ,2001.», s. f. <https://www.maga.gob.gt/download/basesdd-guate.pdf>.
16. Ramón, Rafael. «Delitos, faltas e infracciones ambientales». Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008.
17. Robles, Elsa. «Lugares Turísticos de Cobán Alta Verapaz». Accedido 9 de mayo de 2024. <https://www.deguate.com/turismo/paraiso-natural/lugares-turisticos-de-coban-alta-verapaz.shtml>.
18. SEPAZ. «Los acuerdos de paz en Guatemala», 1996.
19. Simmons. «Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala.», 1959.
20. Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. «Listado SIGAP público», noviembre de 2016.

Rosa Amelia González Domínguez
Licenciada en Letras
Correos electrónicos:
rosagon16@yahoo.es
rosamelia4669@gmail.com
Teléfono: 56961166



Guatemala, 19 de mayo de 2024

Arquitecto
Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano de la Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que he realizado la revisión de estilo del proyecto de graduación: **Plan piloto de recuperación del recurso bosque de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux** de la estudiante de la Maestría de Diseño, Planificación y Manejo Ambiental: **Carla Vanessa Franco Hurtarte** de la Facultad de Arquitectura, carne universitario **97-19337**, previamente a conferírsele el título de **Maestra en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental**.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida. Además de poseer el sistema de citas utilizado para referencias del método Chicago.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente.

Rosa Amelia González Domínguez
LICENCIADA EN LETRAS
Colegiada No. 5284

Rosa Amelia González Domínguez
Número de colegiado: 5284

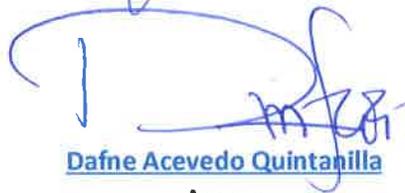
**Plan piloto de recuperación del recurso bosque de
la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux**

Maestría Diseño, Planificación y Manejo Ambiental



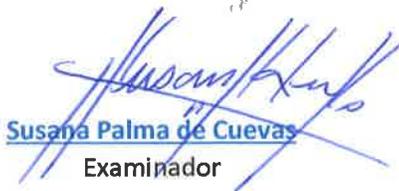
Carla Vanessa Franco Hurtarte

Sustentante



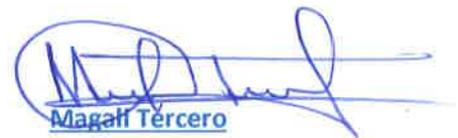
Dafne Acevedo Quintanilla

Asesor



Susana Palma de Cuevas

Examinador



Magali Tercero

Examinador

Magali Tercero de Jacobs

Arquitecta

Col. No. 900

IMPRÍMASE

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Decano