**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**
**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**
**DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**
**CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

# DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

**Por:**
**GERARDO RODRIGO ALVARADO ALFONSO**

**Quetzaltenango, marzo 2018**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

# DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

**TRABAJO DE GRADUACION**

**Presentado a las Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**Por:**

**GERARDO RODRIGO ALVARADO ALFONSO**

**Quetzaltenango, marzo 2018**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

## AUTORIDADES

| | |
|---|---|
| **Rector Magnífico:** | **Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo.** |
| **Secretario General:** | **Dr. Carlos Enrique Cámey Rodas.** |

## CONSEJO DIRECTIVO

| | |
|---|---|
| **Directora General del CUNOC:** | **MSc. María del Rosario Paz Cabrera.** |
| **Secretario Administrativo:** | **MSc. Silvia del Carmen Recinos.** |

## REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

**Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa Ph.D.**

**Ing. Edelman Monzón López.**

## REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

**Br. Luis Ángel Estrada García.**

**Br. Julia Hernández de Domínguez.**

## REPRESENTANTE DE LOS EGRESADOS

**Licda. Vilma Tatiana Cabrera de Alvarado.**

## DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez a.i.**

## COORDINADOR DE LA CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

**Ing. MSc. Julio López Valdez**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**
**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**
**DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**
**CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ**
**EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

**PRESIDENTE**

**Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez.**
**Director de la División de Ciencia y Tecnología a.i.**

**EXAMINADORES**

**Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa Ph.D.**
**Ing. Agr. MSc. Jesús Ronquillo de León.**
**Ing. Agr. MSc. Julio López Valdez.**

**SECRETARIO**

**Ing. Agr. MSc. Julio López Valdez.**
**Coordinador de la carrera de Gestión Ambiental Local.**

**NOTA: "Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente investigación" (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente. Y Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).**

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO**
**HONORABLES AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**
**HONORABLE MESA DE ACTO DE GRADUACIÓN Y JURAMENTACIÓN**

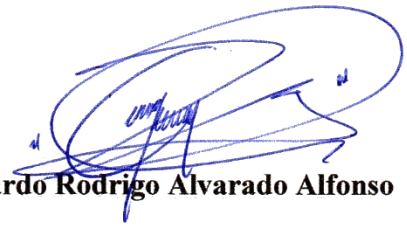
De conformidad con las normas que establece la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del Reglamento General de Evaluación y Promoción al estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del normativo de Evaluación y promoción del Estudiante del Centro Universitario de Occidente: tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de graduación titulado:

**"DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO".**

Como requisito para optar el titulo de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de licenciado.

Atentamente.

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**



**Gerardo Rodrigo Alvarado Alfonso**

Quetzaltenango, marzo de 2018.

Universidad San Carlos de Guatemala
Centro Universitario De Occidente
División de Ciencia y Tecnología
www.cytcunoc.org

Quetzaltenango, 8 de marzo de 2018

Ing. Agr. MsC. Imer Vinicio Vásquez
Director División Ciencia y Tecnología a.i.
Centro Universitario de Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho.

Respetable Ingeniero Vásquez:
Reciba un atento y cordial saludo augurándole toda clase de éxitos en sus labores diarias.

Atentamente nos dirigimos a usted, para informarle que hemos finalizado la ASESORÍA, del trabajo de investigación del estudiante GERARDO RODRIGO ALVARADO ALFONSO, que se identifica con su número de carné: 200931599.

Titulado:

***"DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"***

Al respecto, nos permitimos manifestarle que dicha investigación es un valioso aporte para el municipio de San Francisco la Unión y para el sector forestal de nuestro país, además, cumple con los requerimientos de graduación establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, por lo que RECOMENDAMOS SU PUBLICACIÓN.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. A.T. Edgar Bayron López P.
Colegiado No. 5,630
Asesor

Ingeniero A T
Edgar Bayron López Pérez
Colegiado 5,630

Ing. Agr. Hugo Leonel Rodríguez L.
Colegiado No. 2,542
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
www.cytcunoc.org

Quetzaltenango, 8 de marzo 2018.

Ing. Agr. MsC
Imer Vinicio Vásquez
Director a.i. División Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala
EDIFICIO.

Apreciable Señor Director:

De acuerdo a su designación en Of. No. GAL01-2018, de fecha 22 de febrero del presente año, me permito informarle que, he concluido el proceso de revisión del trabajo de graduación del estudiante de la Carrera de Gestión Ambiental Local, **Gerardo Rodrigo Alvarado Alfonso**, registro académico 200931599, titulado:

**"DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"**

Por el aporte tan importante que este trabajo de investigación hace al análisis de la dinámica forestal del municipio en referencia, y que el mismo cumple con los requisitos académicos exigidos por la Universidad, recomiendo su publicación.

Atentamente,

"ID ~~Y ENSEÑAD~~ A TODOS"

Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa Ph.D.
Colegiado 1338
REVISOR

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

*CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE*
*DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA*

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE** CIENCIA Y TECNOLOGIA

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 002–GAL-2018 de fecha doce de marzo del año dos mil dieciocho del (la) estudiante: GERARDO RODRIGO ALVARADO ALFONSO

con Carné No. 2635470190901 Registro Académico No. 200931599 emitida por el Coordinador de la Carrera de GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL , por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: " DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO."

Quetzaltenango, 12 de marzo de 2018.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DIRECCION
QUETZALTENANGO

Ing. Agr. Imer Vinicio Vásquez Velásquez
Director de División de Ciencia y Tecnología a.i.

## ACTO QUE DEDICO

| | |
|---|---|
| **A DIOS** | Por la oportunidad de vivir este momento, darme la sabiduría y entendimiento necesarios para alcanzar una meta más. |
| **A MIS PADRES** | Francisco Raúl Alvarado y Felicita Alfonso Mejía; este trabajo es fruto de su amor, dedicación, apoyo y consejo, gracias por motivarme a ser un profesional de bien. |
| **A MIS HIJOS** | Pilar del Rosario Alvarado González y Adrián Rodrigo Alvarado González, que este triunfo sea para ustedes un ejemplo de esfuerzo y dedicación para su futuro personal y profesional, los amo. |
| **A MIS HERMANOS** | Julio Estuardo, Ervin Raúl, Betzy Mireida, Darwin Omar, Luis Marconi, Francisco Javier y Lilian Zulay por el consejo y apoyo que me brindaron de alguna manera en estos años de preparación académica y por estar siempre conmigo en los momentos alegres y difíciles. |
| **A MIS AMIGOS** | Por su amistad y apoyo brindado durante este proceso de formación profesional. |
| **A** | Mi patria, que la presente investigación sea un aporte para contribuir por una Guatemala mejor. |
| **A** | Universidad de San Carlos de Guatemala por darme la oportunidad de forjarme como profesional en Gestión Ambiental Local. |
| **A** | Centro Universitario de Occidente -CUNOC- por brindarme el espacio durante estos años de estudio académico. |

## AGRADECIMIENTOS


**A** Ing. Agr. Hugo Leonel Rodríguez y Ing. AT. Edgar Byron López, por su amistad, paciencia y asesoría en la logística y análisis del presente trabajo de investigación.

**A** Ing. Agra. MSc. Aura Elvira Hernández, por su amistad, paciencia, aporte y supervisión durante el proceso del Ejercicio Profesional Supervisado.

**A** Ing. Agr. MSc. Julio López, por sus buenos oficios realizados como coordinador de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

**A** Ing. Agr. Héctor Obdulio Alvarado Ph.D. por su paciencia y aportes brindados en la revisión de la presente investigación.

**A** La terna evaluadora, por el tiempo y aportes que brindaron durante el proceso de aprobación del informe final de la presente investigación.

**A** La corporación municipal 2016-2020 de la municipalidad de San Francisco la Unión, por su apoyo y contribución para la obtención de datos de la presente investigación.

**A** Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo de graduación.

# DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

## RESUMEN

La investigación que se presenta en el siguiente documento, se ejecuta en el municipio de San Francisco la Unión, departamento de Quetzaltenango, consistió en analizar la dinámica de cobertura forestal del periodo 2002 al 2016 determinando todos los procesos evolutivos y variaciones negativas/positivas de las áreas forestales relacionados a procesos climatológicos, incidencias biológicas, factores antrópicos que modifican los usos y fines de explotación generando recursos económicos. El objetivo de la investigación analiza los cambios (pérdida y la ganancia) de la cobertura forestal comparando áreas año con año y además los factores que generaron dicha modificación.

La investigación tuvo un enfoque forestal, debido a que el municipio de San Francisco la Unión es un área de vocación forestal ubicándose en la cuenca del rio Samalá. Para analizar la dinámica de cobertura forestal, se determinó el uso de suelo por año usando como punto de partida el año 2002, los procesos se realizaron a partir de la descarga de imágenes satelitales de cada año (2002 al 2016) siendo estas del sensor ASTER L1 T y utilizando el software ERDAS Imagine 2014 para la realización de la clasificación de imágenes definiendo clases: cobertura forestal y no bosque (agrícola, urbano y sin uso), este proceso se desarrolló a las 15 imágenes descargadas. La comparación superficial de los cambios de cobertura forestal por año se realizó en software ArcGIS 10.5 determinando la perdida y ganancia de la cobertura forestal. Se estimó que la cobertura forestal permanente del año 2002 perdió 26.39 hectáreas realizando la comparación con la del año 2016, pero también se calcula que existió una ganancia de nuevas áreas forestales que inicialmente para el año 2003 ya se contaba con 144.21 hectáreas y aumento hasta el año 2016 con un área de 331.30 hectáreas.

Se aplicaron entrevistas estructuradas dirigidas a líderes comunitarios del municipio que están relacionados al tema de los recursos forestales, la finalidad fue descubrir los factores que generaron dinámica de cobertura forestal, siendo el resultado: la tala ilícita para uso de leña, los conflictos sociales por invasión y apropiación de áreas comunales y municipales entre personas individuales y comunidades, la generación de incendios forestales que dio lugar la propagación de gorgojo del pino (*Dendroctonus adjuntus*). También se evidencia el interés de las instituciones competentes en mejorar las condiciones del municipio en tema forestal, pero el actuar de estas entidades no ha sido de gran influencia para el mejoramiento de las áreas forestales debido a la carencia de interés por parte de las autoridades municipales y locales. La presente investigación recomienda a las autoridades del municipio (alcaldes y concejos) en conjunto con las instituciones competentes de velar por los recursos forestales incentivando programas, planes de protección y manejo de los bosques del municipio.



**Palabras clave:** Dinámica de cobertura forestal, pérdida y ganancia, clasificación de imágenes, factores, tala ilícita, conflictos, plagas.

## ABSTRACT

The research presented in the following document was executed in San Francisco la Unión, Quetzaltenango. It consisted in analyzing the dynamics of forest covering from 2002 to 2016, determining all the processes of evolution and negative and positive variations of the forest areas related to climatological processes, biological incidences, anthropic factors that modified the usages and purposes of exploitation that generates economic resources. The objective of the research is to analyze the changes (loss and gain) of the forest covering compare areas per year, also the factors that generated this modification.

The investigation had a foresting approach, because San Francisco la Union is an area of forest vocation located in Samalá River´s basin. To analyze the dynamics of forest covering, it was determined the usage of land per year using as first the year 2002, the processes were performed from the download of satellite images of each year (2002 to 2016), these ones being from ASTER sensor L1 T and using ERDAS software Imagine 2014 for the realization of the classification of images defining classes: forest and non-forest covering (agricultural, urban and without usage), this process was developed within the 15 images downloaded. The superficial comparison of forest covering changes per year was made in ArcGIS 10.5 software, determining the loss and gain of forest covering. It was estimated that the permanent forest covering of 2002 lost 26.39 hectares, making comparison with the one of 2016, but it is also estimated that there existed a gain of new forest areas that initially in 2003 had already 144.21 hectares and increased until 2016 with an area of 331.30 hectares.

Structured interviews were applied to community leaders of the town who are related to the issue of forest resources. The ending was to discover the factors that generated the dynamics of forest covering. As result: illegal logging for firewood usage, social conflicts due to invasion and appropriation of communal and municipal areas between individual people and communities, the generation of forest fires that gave place to the spreading of pine weevil (*Dendroctonus adjuntus*). It also showed the interest of the qualified institutions in improving the conditions of the town in foresting, but the actions of these entities have not been of great influence for the improvement of forest areas due to the lack of interest on the part of the municipal and local authorities. The present investigation recommends to the authorities of the town (mayors and councils) together with the qualified institutions to watch over for the forest resources, by encouraging programs, protection plans and management of the town's forests.



**Keywords:** Dynamics of forest covering, loss and gain, classification of images, factors, illegal logging, conflicts, pests.

**INDICE GENERAL**


*CAPITULO I: Introducción* ..... *1*

**1.1 Antecedentes del problema** ..... **2**

**1.2 Planteamiento del problema** ..... **3**

**1.3 Justificación del Estudio** ..... **4**

**1.4 Hipótesis de investigación** ..... **5**

**1.5 Objetivos** ..... **5**

*1.5.1 Objetivo general* ..... *5*

*1.5.2 Objetivos específicos* ..... *5*

*CAPITULO II: Marco teórico* ..... *6*

**2.1 Bienes naturales** ..... **6**

**2.2 Recursos naturales** ..... **6**

**2.3 Bosque** ..... **6**

**2.4 Zona de vida** ..... **7**

**2.5 Cobertura forestal en Guatemala** ..... **8**

**2.6 Cobertura forestal en Quetzaltenango** ..... **9**

**2.7 Deforestación en Guatemala** ..... **10**

**2.8 Deforestación y su impacto en la economía** ..... **11**

**2.9 Frontera agrícola** ..... **12**

**2.10 Crecimiento urbano** ..... **12**

**2.11 Crecimiento demográfico y deforestación** ..... **12**

**2.12 Dinámica de cobertura forestal** ..... **13**

**2.13 Teledetección en cobertura forestal** ..... **14**

**2.14 Bandas espectrales** ..... **14**

**2.15 Clasificación de imágenes** ..... **15**

**2.16 Clasificación supervisada** ..... **16**

**2.17 Clasificación no supervisada** ..... **16**

**2.18 Algunas aplicaciones de las clasificaciones de imágenes** ..... **17**

*2.18.1 Dinámica de cobertura* ..... *17*

*CAPITULO III: Marco metodológico* ..... *21*

**3.1 Características metodológicas de la investigación** ..... **21**

*3.1.1 Metodología cuantitativa y cualitativa* ..... *21*

*3.1.2 Secuencia temporal* ..... *22*

*3.1.3 Importancia de las metodologías aplicadas* ..... *22*

*3.1.4 Estrategia de la investigación* ..... *22*

*3.1.5 Pasos del trabajo de campo* ..... *22*

**3.1.5.1 Delimitación del área de estudio** ..... 22

**3.1.5.2 Obtención de imágenes satelitales** ..... 23

**3.1.5.3 Observación no participante** ..... 23

**3.1.5.4 Aplicación de métodos y procesamiento de la información** ..... 23

**3.1.5.5 Validación de la herramienta establecida** ..... 24

**3.1.5.6 Resultados de la investigación** ..... 24

**3.2 Dimensión del aspecto cuantitativo de la investigación.** ..... **24**

*3.2.1 Contexto espacial de la investigación.* ..... *24*

*3.2.2 Contexto temporal de la investigación* ..... *25*

*3.2.3 Variables de la investigación* ..... *26*

**3.2.3.1 Uso actual del suelo:** ..... 26

**3.2.3.2 Cobertura forestal:** ..... 26

**3.2.3.3 Dinámica de cobertura forestal:** ..... 27

*3.2.4 Fuentes de información* ..... *29*

**3.2.4.1 Fuentes de información primaria** ..... 29

**3.2.4.2 Fuentes de información secundaria** ..... 29

*3.2.5 Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos.* ..... *29*

**3.2.5.1 Caminamiento y delimitación del área de investigación** ..... 29

**3.2.5.2 Teledetección** ..... 30

*3.2.6 Descripción de los instrumentos de la investigación* ..... *31*

*3.2.7 Técnica de análisis de los datos* ..... *32*

**3.3 Dimensión del aspecto cualitativo de la investigación.** ..... **32**

*3.3.1 Definición del método de investigación* ..... *32*

*3.3.2 Categorías de análisis de la investigación* ..... *32*

**3.3.2.1 Definición de categoría de análisis** ..... 33

*3.3.3 Características de los informantes* ..... *33*

*3.3.4 Fuentes de información* ..... *34*

**3.3.4.1 Fuentes de información primaria** ..... 34

**3.3.4.2 Fuentes de información secundaria** ..... 34

*3.3.5 Instrumento a utilizado en la recopilación de los datos* ..... *34*

**3.3.5.1 Entrevistas estructuradas.** ..... 34

*3.3.6 Validez de los instrumentos de la investigación* ..... *35*

*3.3.7 Técnica de análisis de los datos* ..... *35*

*4 CAPITULO IV: Análisis y discusión de resultados ..... 36*

**4.1. Determinación del bosque permanente, año 2002 ..... 36**

**4.2. Dinámica de cobertura forestal del año 2003 ..... 37**

***4.2.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2003 _ 39***

**4.2.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 39

**4.2.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 39

**4.2.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 39

**4.3. Dinámica de cobertura forestal del año 2004 ..... 40**

***4.3.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2004 _ 42***

**4.3.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 42

**4.3.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 42

**4.3.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 42

**4.4. Dinámica de cobertura forestal del año 2005 ..... 42**

***4.4.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2005 _ 44***

**4.4.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 44

**4.4.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 45

**4.4.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 45

**4.5. Dinámica de cobertura forestal del año 2006 ..... 45**

***4.5.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2006 _ 47***

**4.5.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 47

**4.5.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 48

**4.5.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 48

**4.6. Dinámica de cobertura forestal del periodo 2007 ..... 48**

***4.6.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2007 _ 50***

**4.6.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 50

**4.6.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 51

**4.6.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 51

**4.7. Dinámica de cobertura forestal del año 2008 ..... 51**

***4.7.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2008 _ 53***

**4.7.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 53

**4.7.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 54

**4.7.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 54

**4.8. Dinámica de cobertura forestal del año 2009 ..... 54**

***4.8.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2009 _ 56***

**4.8.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 56

**4.8.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** _____ 57

**4.8.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** _____ 57

**4.9. Dinámica de cobertura forestal del año 2010 ..... 57**

***4.9.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2010 _ 59***

**4.9.1.1 Problemas del cambio de uso** _____ 59

**4.9.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 60
**4.9.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 60

**4.10. Dinámica de cobertura forestal del año 2011 ... 60**
***4.10.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2011 _ 62***
**4.10.1.1 Problemas del cambio de uso** 62
**4.10.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 63
**4.10.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 63

**4.11. Dinámica de cobertura forestal del año 2012 ... 63**
***4.11.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2012 _ 65***
**4.11.1.1 Problemas del cambio de uso** 65
**4.11.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 66
**4.11.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 66

**4.12. Dinámica de cobertura forestal del año 2013 ... 66**
***4.12.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2013 _ 68***
**4.12.1.1 Problemas del cambio de uso** 68
**4.12.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 69
**4.12.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 69

**4.13. Dinámica de cobertura forestal del año 2014 ... 69**
***4.13.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2014 _ 71***
**4.13.1.1 Problemas del cambio de uso** 71
**4.13.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 72
**4.13.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 72

**4.14. Dinámica de cobertura forestal del año 2015 ... 72**
***4.14.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2015 _ 74***
**4.14.1.1 Problemas del cambio de uso** 74
**4.14.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 75
**4.14.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 75

**4.15. Dinámica de cobertura forestal del año 2016 ... 75**
***4.15.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2016 _ 77***
**4.15.1.1 Problemas del cambio de uso** 77
**4.15.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa** 78
**4.15.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal** 78

**4.16. Resumen grafico de los resultados obtenidos de la dinámica de cobertura forestal del periodo 2002-2016, San Francisco la Unión ... 78**

**4.17. Comprobación de la hipótesis ... 79**

***5 CAPITULO V: Conclusiones y recomendaciones ... 80***

**5.1 Conclusiones ... 80**

**5.2 Recomendaciones ... 81**

*BIBLIOGRAFIA* ..... *83*

*ANEXOS* ..... *87*

**A) Instrumentos** ..... **87**

**B) Modelo de encuestas** ..... **88**

**C) Cronograma** ..... **93**

**D) Presupuesto** ..... **94**

**E) Levantamiento de puntos para firmas espectrales del año 2015** ..... **95**

**F) Levantamiento de puntos para firmas espectrales del año 2016** ..... **97**

**G) Fotos de entrevistas estructuradas a líderes comunitarios** ..... **99**

**H) Plan de saneamiento forestal** ..... **102**

## INDICE DE FIGURAS

**Figura 1:** Clasificación de una imagen multibanda satelital. ..... 15

**Figura 2:** Dinámica de la cobertura forestal de las microcuencas de los ríos tributarios de la Hidroeléctrica Palo Viejo, San Juan Cotzal, El Quiché. ..... 18

**Figura 3:** Mapa de dinámica de cobertura forestal 2001-2006..... 19

**Figura 4:** Mapa forestal y cobertura de la tierra año 2009. ..... 20

**Figura 5:** Mapa del municipio de San Francisco la Unión y sus seis comunidades..... 25

**Figura 6:** Mapa de uso de suelo del año 2002, San Francisco la Unión, Quetzaltenango. . 36

**Figura 7:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2003, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 38

**Figura 8:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2004, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 41

**Figura 9:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2005, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 44

**Figura 10:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2006, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 47

**Figura 11:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2007, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 50

**Figura 12:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2008, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 53

**Figura 13:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2009, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 56

**Figura 14:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2010, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 59

**Figura 15:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2011, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 62

**Figura 16:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2012, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión..... 65

**Figura 17:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2013, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión. ..... 68

**Figura 18:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2014, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión. ..... 71

**Figura 19:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2015, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión. ..... 74

**Figura 20:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2016, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión. ..... 77

**Figura 21:** GPS navegador marca Garmin ..... 87

**Figura 22:** Cinta métrica de 100 mt. ..... 87

## INDICE DE GRÁFICAS

**Gráfica 1:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2003. ..... 37

**Gráfica 2:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2004. ..... 40

**Gráfica 3:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2005. ..... 43

**Gráfica 4:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2006. ..... 46

**Gráfica 5:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2007. ..... 49

**Gráfica 6:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2008. ..... 52

**Gráfica 7:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2009. ..... 55

**Gráfica 8:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2010. ..... 58

**Gráfica 9:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2011. ..... 61

**Gráfica 10:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2012. ..... 64

**Gráfica 11:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2013. ..... 67

**Gráfica 12:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2014. ..... 70

**Gráfica 13:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2015. ..... 73

**Gráfica 14:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2016. ..... 76

**Gráfica 15:** Comparación de la tendencia anual de la dinámica de cobertura forestal 2002-2016. ..... 79

## INDICE DE TABLAS

**Tabla 1:** Zonas de vida según Holdridge República de Guatemala..... 7

**Tabla 2:** Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel departamental para el período 2006-2010..... 9

**Tabla 3:** Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel municipal del departamento de Quetzaltenango para el período 2006-2010 ..... 10

**Tabla 4:** Cronograma de actividades de la investigación "Dinámica de la cobertura forestal durante el periodo 2002 al 2016 en el municipio de San Francisco la Unión, departamento de Quetzaltenango" ..... 93

**Tabla 5:** Presupuesto de la investigación..... 94

# CAPITULO I: Introducción

Los bosques son ecosistemas imprescindibles para la vida, formados predominantemente por árboles y arbustos leñosos sin tomar en cuenta árboles frutales y sistemas agro-forestales, los bosques por su parte generan grandes propiedades hídricas que son de ayuda para el abastecimiento de agua en las partes bajas de las cuencas, ayudan a la regulación de temperatura, generación de oxígeno y la sostenibilidad de flora y fauna (CORMA-CHILE, 2013).

Los bosques juegan un papel importante para el desarrollo de las comunidades y conservación del medio ambiente, en la actualidad Guatemala cuenta con el 35% de bosques en todo el país, la cobertura forestal ha ido disminuyendo al pasar los años debido al crecimiento demográfico y el uso desmesurado de los productos, bienes y servicios que brindan los bosques, el avance de las fronteras agrícola y urbana también son parte del deterioro y disminución de los bosques del país (INAB C. U., octubre de 2014).

La dinámica de cobertura forestal, es el cambio constante de la cobertura forestal relacionadas a diversas acciones como actividades antrópicas, desastres naturales y la regeneración de espacios de manera natural que permiten la pérdida y ganancia del recurso forestal y a su vez modifican ecosistemas, biomas y estructuras socioeconómicas de una nación a mediano plazo. Dentro del presente estudio se analiza la dinámica de cobertura forestal en los bosques del municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango, con la finalidad de demostrar y analizar la pérdida y ganancia de cobertura forestal dentro del municipio además de la identificación de factores que inciden en la cobertura forestal.

Para la elaboración de presente estudio se planteó la utilización de métodos de investigación y herramientas que ayudaron a recabar los datos necesarios para la investigación; el uso de software SIG fue importante para la obtención de datos geográficos y análisis del mismo, dentro del estudio también se planteó el uso de herramientas de campo para verificar las causas que ocasionaron pérdida y ganancia de cobertura forestal con el fin de enriquecer la presente investigación.

La importancia de la investigación es aportar al municipio con información actualizada de sus bosques que darán las directrices a las autoridades municipales, autoridades locales, instituciones competentes y organizaciones no gubernamentales a promover proyectos para mejorar las condiciones actuales de los bosques con planes de manejo forestal, planificar el ordenamiento territorial del municipio y proponer políticas y normas que regularán el uso de los bosques del municipio de San Francisco la Unión.

## 1.1 Antecedentes del problema

El país se caracteriza por poseer una gran diversidad en bosques, siendo estos de tipo: conífera, latifoliado, mixto, mangle y xerofítico, según el Informe del Mapa de Cambios en Uso de la Tierra 2001-2010. INAB (octubre 2014), se estima que Guatemala presentaba más del 75% de cobertura forestal para el año 1950, la pérdida considerable de cobertura forestal se presenta en estos últimos años (2006-2010) con una tasa de pérdida de más del 35% de cobertura forestal, debido a diversos factores tales como el crecimiento de la población, pobreza y falta de empleo, expansión de las fronteras agrícola y urbana, la falta de sensibilización social en temas de conservación y manejo de bosques y la sobre explotación del recurso para fines energéticos de diversos tipos.

Para el departamento de Quetzaltenango según el informe del INAB en el período 2006 contaba con 56,061 ha de bosque, para el año 2010 se reportó una cobertura forestal de 55,730 ha. Se pudo determinar que durante el período 2006-2010, hubo una pérdida de 7,538 ha de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 7,208 ha; teniendo una pérdida neta de 331 ha de bosque; esas 331 hectáreas de pérdida neta en el departamento de Quetzaltenango, representan una deforestación del 0.59% del bosque que existía en el año 2006. La tasa de deforestación para el departamento de Quetzaltenango es de 81 ha/año, equivalente al 0.14% anual del bosque existente en el año 2006 (INAB C. U., abril de 2012).

Según estudios publicados por el INAB, para el periodo 2001, el municipio de San Francisco la Unión presentaba una cobertura forestal de 471 ha, comparado con el periodo 2006 la cobertura forestal del municipio prestaba una cobertura forestal de 598 ha, siendo una ganancia de cobertura forestal equivalente a 127 ha, aumentando por año 21 ha aproximadamente (INAB C. U., 21 de marzo de 2011). Pero para el año 2010 la cobertura forestal del municipio fue de 411.93 ha, presentando una pérdida de la cobertura forestal con respecto al periodo 2006 de 52.92 ha y un cambio anual de pérdida de cobertura de forestal de 16 ha (INAB C. U., abril de 2012). Es decir que del año 2001 al 2006 hubo un aumento de la cobertura forestal del 26.96%. Pero del año 2006 al 2010 hubo una pérdida de la cobertura forestal del 31.11%, tomando en cuenta que la pérdida de cobertura forestal del municipio de San Francisco la Unión durante 10 años, ha sido de 59.07 ha de bosque.

Con respecto a la información anterior de las investigaciones realizadas por el INAB, el municipio de San Francisco la Unión, ha tenido pérdidas considerables de bosque en los últimos años, comprometiéndose áreas importantes de bosque que son considerados zonas de recarga hídrica por su ubicación geográfica pertenecientes a la cuenca del rio Samalá.

Por otra parte, han existido aportes importantes para su conservación, tal es el caso de entidades como el Instituto Nacional de Bosques (INAB) que han implementado dentro del municipio programas de incentivo forestal para la conservación y manejo de los bosques municipales implementados a partir del año 2008 hasta el año 2016. En el caso del Ministerio

de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) han aportado con donaciones de plántulas para proyectos de reforestación brindando asistencia técnica desde el año 2014 hasta hoy día. Helvetas ha participado en la administración de los bosques, además de implementar una Oficina Forestal Municipal en el año 2011 dentro de la municipalidad, también ha donado instrumentos para su operación y servicio, cabe mencionar que Helvetas ha realizado proyectos de saneamiento y reforestación en bosques comunales de los cantones Palá, Chuistancia y Paxán.

## 1.2 Planteamiento del problema

La conversión de bosques y selvas en tierras destinadas a la ganadería y la agricultura es la principal causa de deforestación en el mundo, así mismo los bosques y selvas brindan servicios ambientales, como la regulación del ciclo hidrológico y la captura de carbono. La expansión de la frontera agrícola y urbana, la tala ilegal, las plagas y los incendios forestales impactan cada año cientos de miles de hectáreas, reduciendo aún más la cobertura vegetal según Fondo mexicano para la conservación de la naturaleza (2012). La cobertura forestal cada vez se reduce ocasionando daños irreversibles al medio ambiente y la regulación de la temperatura en el medio, así mismo los bienes y servicios (agua, flora y fauna) que brindan los bosques son explotados con fines económicos y políticos. La expansión de la frontera agrícola ha constituido uno de los principales problemas ambientales que se presentan en áreas donde las condiciones climáticas y sociales permiten desarrollar actividades agrícolas con posibilidad de desarrollar niveles adecuados de producción según Londoño J. A. (2013). Por otro lado, el cambio de uso forestal a urbano ha sido más significativo que la pérdida del uso forestal a agrícola. De acuerdo al patrón de comportamiento de los cambios de uso del suelo, especialmente la pérdida de suelos agrícolas y forestales ocasionadas por el crecimiento de las áreas urbanas, este cambio de uso del suelo, se debe a actividades antropogénicas tales como: patrones migratorios, remesas familiares, violencia, narcotráfico, lavado de dinero, etc. Según Quiroa H. O. (2010).

Según el Plan de Desarrollo Municipal de San Francisco la Unión proyectado desde el 2011 al 2025 publicado en diciembre del 2010, considera que la vocación forestal del municipio es de 40.55%, la agricultura de granos básicos representa el 52.43% y la urbanización es del 0.04%, lo que indica que hay un conflicto por el uso del suelo en la que establece que la mayor parte del municipio está en sobre uso para fines agrícolas, sin tomar en cuenta cuanto ha sido el avance de la frontera urbana en los últimos años; contrastando con los datos obtenidos del INAB, CONAP, UVG y URL en los años 2001 al 2010 ha sido una pérdida neta de 59.07 ha de bosque (SEGEPLAN, Diciembre 2010).

Actualmente no existe información necesaria con respecto a la situación actual de los bosques, la Oficina Forestal Municipal no ha tenido injerencia en el tema de los bosques desde su creación y no ha existido apoyo por parte de las autoridades municipales para actualizar la información sobre cobertura forestal en el municipio, ha existido un cambio en

la cobertura forestal en diversas áreas del municipio debido a los proyectos de reforestación y manejo de bosques con fines de conservación que han implementado otras organizaciones pero en su mayor parte estos proyectos se han perdido por la carencia de asistencia técnica por parte de la municipalidad para mantener las áreas.

El estudio se realizó en base a la situación actual de los bosques y los cambios que han tenido en los últimos años, además de responder los siguientes cuestionamientos: ¿Cuál ha sido la dinámica de cobertura forestal, en el municipio de San Francisco la Unión a partir del 2002 al 2016?, ¿Cuáles han sido los factores que han incidido en la dinámica de cobertura forestal del periodo 2002 al 2016?

## 1.3 Justificación del Estudio

El municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango, presenta cambios en la cobertura forestal según datos obtenidos por el INAB. Para el presente estudio la dinámica de la cobertura forestal de dicho municipio se evalúa desde el periodo 2002 hasta el periodo 2016 considerando importante esta información para el municipio de San Francisco la Unión por las siguientes razones:

a) Las tierras del municipio son de vocación forestal que están dentro del parámetro de la zona de vida Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB) según PDM 2011-2025 (diciembre 2010), además que para el año 2010 su cobertura forestal era de 411.93 ha, indicando pérdida de cobertura forestal con respecto al año 2001 y por lo tanto no existe documentación que brinde información actualizada para el periodo 2016 que pueda contrastar los cambios de cobertura que hay en la actualidad en dicho municipio.

b) El crecimiento demográfico del municipio se incrementó en los últimos años permitiendo el avance de las fronteras agrícola y urbana expandirse de manera exponencial degradando los suelos con vocación forestal, según el Diagnóstico Ambiental (2016), la población total del municipio es de 7,718 habitantes. Aunado a esto según SEGEPLAN (2009) los índices de pobreza son del 56.9% y pobreza extrema son del 9.0%, lo que conlleva a que la población del municipio ejerza presión en el uso y consumo excesivo de los recursos forestales, sus bienes y servicios.

c) Han existido otros factores de tipo fitosanitario y de eventos naturales que han generado cambios en la dinámica de cobertura forestal y que además pueden estar presentes actualmente en áreas de bosque en las que se permite analizar las posibles pérdidas de cobertura forestal.

Es importante agregar que, en la presente investigación, la información será de utilidad para el aporte al Plan de Desarrollo Municipal 2011-2025 y el Plan Operativo Anual (POA) para

mejorar las competencias y directrices de la Oficina Forestal Municipal. En la actualidad no existen el avance tecnológico y la información necesaria que guie los procesos para el manejo, conservación y recuperación de los bosques del municipio de San Francisco la Unión, la presente investigación pretende ampliar el panorama geográfico del uso actual de los bosques y el suelo, existe la carencia de acciones y proyectos que mitiguen la sobre explotación y pérdida del recurso forestal.

Este trabajo brinda información actualizada y confiable sobre la dinámica de cobertura forestal, esta es una herramienta de información que puede generar procesos de decisión en la implementación de proyectos de conservación de suelo, manejo forestal dentro del municipio por medio de autoridades municipales y entidades que aportarían con mejoras para la calidad de los bosques comunales y la calidad de vida de las poblaciones.

## 1.4 Hipótesis de investigación

a) Hipótesis: Se presentan cambios en la cobertura forestal del municipio de San Francisco la Unión ocasionados por diversos factores (expansión urbana, crecimiento agrícola y procesos de recuperación), que causan modificaciones en la cobertura forestal.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

Determinar la dinámica de la cobertura forestal en el municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango durante los últimos 15 años (2002-2016) por medio de la dinámica de cobertura forestal.

### 1.5.2 Objetivos específicos

a) Analizar los cambios en la cobertura forestal a partir del 2002 al 2016 del municipio de San Francisco la Unión.

b) Determinar qué factores ocasionan pérdida y ganancia de cobertura forestal y sus efectos en el cambio de uso de suelo del municipio de San Francisco la Unión.

# CAPITULO II: Marco teórico

## 2.1 Bienes naturales

Se define como el conjunto de elementos naturales que se encuentran en la naturaleza de forma no modificada, escasos con relación a su demanda actual o potencial. Cuando los bienes naturales se ponen en utilidad directa al ser humano, estos pasan a considerarse como "recursos naturales" (Paiz Scwartz, 2007).

## 2.2 Recursos naturales

Son los bienes y servicios proporcionados por la misma naturaleza y que son utilizados por el hombre para beneficio común y económico con el fin de satisfacer una necesidad. Pero también se define como el conjunto de elementos naturales que se encuentran en la naturaleza de forma no modificada, escasos con relación a su demanda actual o potencial. Para algunos autores, los bienes naturales y los recursos naturales son lo mismo ya que ambos juegan un papel determinante para la existencia del ser humano en forma directa o indirecta (Paiz Scwartz, 2007). Existen dos tipos de recursos naturales:

a) Recursos renovables: son aquellos que al ser utilizados de manera constante pueden recuperarse de manera natural, pueden ser algunos ejemplos: energía geotérmica, agua y productos agrícolas.

b) Recursos no renovables: son aquellos que al ser utilizados de manera constante no se recuperan de manera natural y de manera artificial, pueden ser algunos ejemplos: petróleo, carbón y gas natural.

## 2.3 Bosque

Es una extensión de terreno poblado densamente de árboles y arbustos leñosos de diversas especies (no frutales, no agroforestales) además de una conformación de matorrales que se extienden por más de 0,5 hectáreas, que tienen relación con el recurso hídrico, la flora y fauna que en su conjunto conformarían diversidad biológica, esto dependiendo de la zona de vida en donde se encuentra. En Guatemala existen cinco clasificaciones de bosque: bosque latifoliado, bosque de conífera, bosque mixto, bosque de manglar y bosque xerofítico (Nacional, 2012).

a) Bosque latifoliado: son aquellas especies leñosas que se caracterizan por conformarse de hojas planas, anchas y caducas, pueden ser algunos ejemplos, como: el roble (Quercus spp), sauce (Salix spp), aliso (Alnus spp).

b) Bosque de conífera: son aquellas especies leñosas que caracterizan por conformarse de frutos secos en forma de cono, sus hojas son estructuras que se asemejan agujas llamadas acículas, algunos ejemplos encontramos: al pino blanco (Pinus halepensis), cipres (Cupressus lusitánica), pinabete (Abies guatemalensis).

c) Bosque mixto: es la combinación de especies latifoliares y coníferas al que comúnmente se denomina bosque pino-encino, puede conformarse de especies como: el roble (Quercus spp), pino colorado (Pinus rudis).

d) Bosque de manglar: es un tipo especial de bosque latifoliado que se presenta en desembocaduras de los ríos en mar abierto, al que se denomina humedal, algunas especies son: mangle rojo (Rhizophora mangle), madre sal (Avicennia germinans), botoncillo (Conocarpus erectus).

e) Bosque xerofítico: es llamado también bosque seco y se desarrolla en zonas áridas, en su estructura presentan espinas que evitan la pérdida de agua y protección contra animales que se dedican a consumirlos, estos bosques por lo general se encuentran en el oriente del país de Guatemala, entre algunas especies podemos mensionar: el guayacan (Tabebuia guayacan), el morro (Crescentia alata).

## 2.4 Zona de vida

Es una región biogeográfica, que está delimitada por medio de parámetros climatológicos como precipitación y temperatura que permiten el desarrollo de formas de vida específicas, en Guatemala según datos del MAGA (2000), en el siguiente cuadro se presentan 14 zonas de vida de las cuales son las siguientes:

**Tabla 1:** Zonas de vida según Holdridge República de Guatemala

| No. | Código | Zona de vida | Especies forestales encontrada en la zona de vida |
|---|---|---|---|
| 1 | me-S | Monte espinoso subtropical | Cactus spp., Pereskia spp., Jacquinia aurantiaca, Guaiacum sanctum, Bucida macrostachya, Vachellia farnesiana, Cordia dentata. |
| 2 | bs-T | Bosque seco tropical | Omphalea oleifera, Talisia olivaeformis, Chloroleucon mangense, Jacaratia mexicana, Myrospermum frutescens. |
| 3 | bs-S | Bosque seco subtropical | Cochlospermum vitifolium, Swietenia humilis, Alvaradoa amorphoides, Sabal mexicana, Phyllocarpus septentrionalis, Ceiba aesculifolia, Albizia caribaea, Rhizophora mangle, Avicennia nitida, Leucaena guatemalensis. |
| 4 | bh-S(t) | Bosque húmedo subtropical templado | Pinus oocarpa, Curatella americana, Quercus spp., Byrsonima crassifolia. |
| 5 | bh-S(c) | Bosque húmedo subtropical cálido | Zona Sur: Sterculia apetala, Platymiscium dimorphandrum, Maclura tinctoria, Cordia alliodora. Y en la Zona Norte: Byrsonima crassifolia, Curatella |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | americana, Xylopia frutescens, Metopium brownei, Quercus oleoides, Sabal morisiana, Manilkara zapota, Pseudobombax ellipticum, Pimenta dioica, Aspidosperma megalocarpon, Alseis yucatensis. |
| 6 | bmh-S(c) | Bosque muy húmedo subtropical cálido | Zona Sur: Scheelea preussii, Terminalia oblonga, Enterolobium cyclocarpum, Sickingia salvadorensis, Triplaris melaenodendrum, Cybistax donnell-smithii, Andira inermis. Y en la Zona Norte: Attalea cohune, Terminalia amazonia, Brosimum alicastrum, Lonchocarpus spp., Virola spp., Cecropia pentandra, Vochysia guatemalensis, Pinus caribaea. |
| 7 | bmh-S(f) | Bosque muy húmedo subtropical frio | Liquidambar styraciflua, Persea donnell-smithii, Eurya seemanii, Pinus pseudostrobus, Persea schediana, Rapanea ferruginea, Clethra spp., Myrica spp., Croton draco. |
| 8 | bp-S | Bosque pluvial subtropical | Magnolia guatemalensis, Talauma spp., Alfaroa spp. |
| 9 | bmh-T | Bosque muy húmedo tropical | Acacia cookii, Cordia gerascanthus, Zanthoxylum belicense, Crudia spp., Podocarpus spp., Basiloxylon excelsa. |
| 10 | bh-MB | Bosque húmedo montano bajo subtropical | Quercus spp., Pinus pseudostrobus, Pinus montezumae, Juniperus comitana, Alnus jorullensis, Ostrya spp., Carpinus spp., Prunus serotina capuli, Arbutus xalapensis. |
| 11 | bmh-MB | Bosque muy húmedo montano bajo subtropical | Cupressus lusitanica, Pinus ayacahuite, Chiranthodendron pentadactylon, Pinus hartwegii, Pinus pseudostrobus, Alnus jorullensis, Quercus spp., Zinowiewia spp., Buddleja spp. |
| 12 | bp-MB | Bosque pluvial montano bajo subtropical | Podocarpus oleifolius, Alfaroa costaricensis, Engelhardtia spp., Billia hippocastanum, Magnolia guatemalensis, Brunellia spp., Oreopanax xalapensis, Hedyosmum mexicanum, Gunnera spp. |
| 13 | bh-M | Bosque húmedo montano subtropical | Juniperus standleyi, Pinus hartwegii. |
| 14 | bmh-M | Bosque muy húmedo montano subtropical | Abies guatemalensis, Pinus ayacahuite, Pinus hartwegii, Pinus pseudostrobus, Cupressus lusitanica, Quercus spp., Bocona volcanica, Buddleja spp., Cestrum spp., Garya spp., Bacharia spp. |

**Fuente:** elaboración propia con datos del MAGA (2000)

## 2.5 Cobertura forestal en Guatemala

La cobertura actual de Guatemala es de 3,722,595 ha, reportado para el año 2010 con relación al área del territorio nacional (108,889 Km2) representa el 34.19%, estas cifras representan la pérdida y ganancia de cobertura forestal debido a una gran diversidad de actividades y sucesos que se generan dentro de los bosques de Guatemala, a continuación, se presenta un cuadro que resalta la cobertura forestal por departamento reportada para el año 2010, el

cambio que existe a partir del año 2006, a continuación se presenta un cuadro de la cobertura forestal por departamentos.

**Tabla 2:** Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel departamental para el período 2006-2010

| Departamento | Cobertura 2006 (ha) | Cobertura 2010 (ha) | Cambio neto 2006 - 2010 (ha) | Cambio anual (ha/año) | Tasa de cambio Anual (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Alta Verapaz | 372,588 | 375,345 | 2,756 | 651 | 0.17 |
| Baja Verapaz | 108,096 | 100,989 | -7,107 | -1,569 | -1.45 |
| Chimaltenango | 66,720 | 67,640 | 920 | 276 | 0.41 |
| Chiquimula | 40,256 | 30,192 | -10,063 | -1,908 | -4.74 |
| El Progreso | 40,689 | 38,493 | -2,196 | -515 | -1.26 |
| Escuintla | 34,218 | 36,612 | 2,394 | 719 | 2.10 |
| Guatemala | 62,920 | 57,782 | -5,139 | -1,544 | -2.45 |
| Huehuetenango | 243,523 | 263,470 | 19,947 | 6,346 | 2.61 |
| Izabal | 285,617 | 264,245 | -21,372 | -4,272 | -1.5 |
| Jalapa | 23,417 | 22,408 | -1,009 | -202 | -0.86 |
| Jutiapa | 15,651 | 12,730 | -2,920 | -555 | -3.55 |
| Petén | 1,927,215 | 1,802,604 | -124,611 | -40,125 | -2.08 |
| Quetzaltenango | 56,061 | 55,730 | -331 | -81 | -0.14 |
| Quiché | 257,704 | 264,732 | 7,027 | 1,742 | 0.68 |
| Retalhuleu | 11,639 | 12,262 | 623 | 163 | 1.40 |
| Sacatepéquez | 21,066 | 21,638 | 572 | 172 | 0.82 |
| San Marcos | 87,246 | 86,673 | -573 | -140 | -0.16 |
| Santa Rosa | 51,046 | 46,304 | -4,472 | -1,281 | -2.51 |
| Sololá | 40,840 | 40,547 | -293 | -88 | -0.22 |
| Suchitepéquez | 22,629 | 24,644 | 2,016 | 606 | 2.68 |
| Totonicapán | 39,778 | 39,721 | -57 | -17 | -0.04 |
| Zacapa | 56,787 | 57,834 | -1,953 | -374 | -0.63 |
| **Total** | **3,868,708** | **3,722,595** | **-146,112** | **-38,597** | **-1.00** |

**Fuente:** elaboración propia con datos del INAB (abril 2012)

## 2.6 Cobertura forestal en Quetzaltenango

Según la base de datos del Instituto Geográfico Nacional 2006 el área del departamento de Quetzaltenango es de 213381.95 ha, y la cobertura forestal reportada en el 2010 es de 55,730 ha, representa el 26.12%, a continuación, se presenta un cuadro de la cobertura forestal por municipios.

**Tabla 3:** Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel municipal del departamento de Quetzaltenango para el período 2006-2010

| Departamento | Municipio | Cobertura 2010 (Ha) | Cambio neto contra 2006 (Ha) | Cambio neto contra 2006 (%) | Cambio anual (Ha) | Tasa de cambio anual (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QUETZALTENANGO | Almolonga | 422.37 | 13.41 | 3.28 | 4 | 0.99 |
| | Cabricán | 3566.79 | 64.26 | 1.83 | 13 | 0.38 |
| | Cajolá | 677.88 | -15.48 | -2.23 | -3 | -0.49 |
| | Cantel | 1992.33 | -0.45 | -0.02 | 0 | -0.01 |
| | Coatepeque | 5379.30 | -105.39 | -1.92 | -27 | -0.50 |
| | Colomba | 3958.38 | -298.53 | -7.01 | -64 | -1.49 |
| | Concepción Chiquirichapa | 807.66 | 26.85 | 3.43 | 6 | 0.79 |
| | El Palmar | 4579.74 | 183.42 | 4.17 | 51 | 1.16 |
| | Flores Costa Cuca | 866.07 | -54.36 | -5.91 | -13 | -1.43 |
| | Génova | 2235.69 | -37.44 | -1.65 | -10 | -0.42 |
| | Huitán | 1173.51 | 45.90 | 4.07 | 9 | 0.84 |
| | La Esperanza | 135.45 | -28.17 | -17.22 | -8 | -5.18 |
| | Olintepeque | 712.44 | -19.71 | -2.69 | -6 | -0.81 |
| | Palestina de los Altos | 932.31 | 90.18 | 10.71 | 19 | 2.21 |
| | Quetzaltenango | 3123.27 | -314.55 | -9.15 | -95 | -2.75 |
| | Salcajá | 8.1 | -6.57 | -44.79 | -2 | -13.46 |
| | San Carlos Sija | 6626.79 | 36.27 | 0.55 | 9 | 0.13 |
| | San Francisco la Unión | 411.93 | -52.92 | -11.38 | -16 | -3.42 |
| | San Juan Ostuncalco | 4560.03 | 108.63 | 2.44 | 23 | 0.51 |
| | San Martin Sacatepéquez | 8006.58 | -506.61 | -5.95 | -110 | -1.29 |
| | San Mateo | 392.40 | -80.01 | -16.94 | -24 | -5.09 |
| | San Miguel Sigüilá | 583.47 | -6.75 | -1.14 | -2 | -0.27 |
| | Sibilia | 869.31 | 22.32 | 2.64 | 5 | 0.54 |
| | Zunil | 4543.92 | 30.6 | 0.68 | 9 | 0.20 |

**Fuente:** elaboración propia con datos del INAB (abril 2012)

## 2.7 Deforestación en Guatemala

La deforestación o tala de árboles es el desmonte generado por actividad antropogénica para fines de diversos usos tomando en cuenta el cambio de uso del suelo para fines de urbanización y agricultura, explotación para fines de industrialización o minería y usos energéticos por costumbre social y de negocios.

La deforestación es un problema político que puede favorecer y consentir la pérdida de cobertura forestal que puede derivar regularmente en una reducción de la capacidad del activo forestal de proveer el servicio de protección contra deslaves que pueden generar desastres naturales, así mismo encadena en todos los componentes ambientales del ecosistema y a nivel local amenazan con intensificar las crisis en el ciclo hidrológico, en la disponibilidad de

energía, en la estabilidad de las tierras, sobre todo en el periodo lluvioso, y consecuentemente en la producción de alimentos, entre otros (IARNA, 2012).

La pérdida de bosques, que también es un indicador de la merma en la capacidad de fijación de gases con efecto invernadero, unida a la intensificación e incremento de los procesos productivos contaminantes, otorgan ahora, una condición de país emisor neto de gases con efecto invernadero (IARNA, 2012).

## 2.8 Deforestación y su impacto en la economía

Los bosques tropicales constituyen una fuente importante de recursos que pueden contribuir significativamente con el crecimiento económico nacional en una base continua. En teoría, la tala puede ser una actividad sustentable, que genere una fuente de ingresos sin disminuir la base del recurso aplicado especialmente en bosques secundarios y plantaciones. Sin embargo, pero la mayoría de la tala de los bosques no es sustentable en la práctica, lo que disminuye las ganancias potenciales a largo plazo en los países tropicales. La madera es actualmente una industria importante que, debido a la sobreexplotación, se encuentra en decadencia en muchos países, El Banco Mundial estima que, debido a la tala ilegal, los gobiernos pierden alrededor de $5 mil millones de dólares de ganancias al año, mientras que las pérdidas generales de la economía nacional de los países productores de madera ascienden hasta $10 mil millones al año (Butler, 2009).

Después de la tala, uno de los mayores "recursos renovables" que nos ofrecen los bosques lluviosos es el ecoturismo, pero este se ve afectado por el incremento de la deforestación, países que se dedican a este servicio genera decenas de miles de millones de dólares al año. Un ejemplo se puede mencionar: el humo, causados por los incendios forestales de Indonesia, causaron que el turismo disminuyera significativamente en Singapur, Malasia e Indonesia (Butler, 2009).

Los productos forestales tienen un papel crucial en la economía de los países en vías de desarrollo. En 1994, la exportación de productos del bosque primario sumó $114 mil millones de dólares, de los cuales por lo menos el 10 por ciento eran productos secundarios no maderables. Estas cifras no reflejan el valor que tienen los productos para los consumidores locales, quienes utilizan la madera para construir viviendas y colectan semillas y frutos del bosque para alimentarse. La explotación económica a corto plazo, generada a través de la deforestación, es devastadora para la economía a largo plazo de los países en vías de desarrollo, no sólo por la aniquilación de los ecosistemas vitales que producen servicios importantes, sino también porque destruyen productos potenciales del bosque (Butler, 2009).

## 2.9 Frontera agrícola

Es el límite que divide las tierras que son dedicadas para uso agrícola entre las tierras que son forestales y naturales sin intervención, cambio o alteración de actividades humanas, esto se debe a la demanda del uso del recurso suelo para fines agrícolas, agropecuarias y agroindustria que da lugar a la sobreexplotación de nutrientes y vegetación natural que produce el suelo.

Los usos de la frontera agrícola varían mediante actividades de cultivo que van desde la generación de fuentes de alimentación de una persona individual o una localidad hasta la generación de productos y subproductos industriales para diversos usos y fines. La actividad agropecuaria es parte de la frontera agrícola y es utilizada para usos de pastoreo, crianza y generación de subproductos para beneficio industrial.

La agricultura tiende a desestabilizar el nutriente natural del suelo mediante al uso desmesurado agroquímicos, que van modificando la estructura natural del suelo.

## 2.10 Crecimiento urbano

Es la expansión espacial y demográfica de la ciudad, ya sea por extensión física territorial del tejido urbano, por incremento en las densidades de construcción y población o como generalmente sucede, por ambos aspectos. Esta expansión puede darse en forma espontánea o en forma planificada (QUIROA, Abril de 2010).

Cuando las ciudades crecen, el territorio forestal, es absorbido para la expansión urbana que da lugar a la construcción de obras gris como: casas, carreteras para la satisfacción de necesidades de la población habitante, esto se debe al crecimiento demográfico de una población, abarcando necesidades socioeconómicas que obligan a la exploración y explotación de nuevas tierras que por consecuencia modifican permanentemente la estructura de las áreas forestales y los montes naturales.

## 2.11 Crecimiento demográfico y deforestación

El rápido crecimiento de la población está asociado con la deforestación masiva de los trópicos, que tuvo lugar especialmente durante la segunda mitad del siglo XX.

Se asegura que el crecimiento de zonas urbanas y la globalización del comercio agrícola aumentan los procesos de deforestación en bosques tropicales, este tema ha sido una preocupación creciente en las últimas décadas, sobre todo en cuanto a la aceleración del cambio climático. Estudios realizados a finales del siglo pasado suelen coincidir; en que el

crecimiento de la población rural aumentaba la construcción de carreteras en el interior de los bosques, así como la tierra se trabajaba para la agricultura de subsistencia (DeFries, 2010).

Desde entonces, los habitantes de las zonas rurales han inundado las ciudades, en busca de mejores niveles de vida. El año 2009 fue el primer año en la historia en que la mitad de toda la población mundial vivía en zonas urbanas. Según el nuevo estudio, las grandes explotaciones industriales, a su vez, han tomado grandes áreas rurales y han reducido aún más los bosques, con el objetivo de abastecer tanto la población urbana como los crecientes mercados agrícolas internacionales (DeFries, 2010).

Los principales impulsores de la deforestación en bosques tropicales ya no son los pequeños propietarios (indígenas de las regiones), sino los mercados nacionales e internacionales alejados de los bosques, es decir que la población en las ciudades dejaría mucho espacio para la naturaleza. Pero toda esta gente debe alimentarse, lo que crea una gran demanda para los recursos naturales que brindan los bosques (DeFries, 2010).

Según DeFries (2010) analizo por medio de imágenes de teledetección de la zona forestal de 41 países de América Latina, África y Asia, de 2000 a 2005, y las combino con la población y tendencias económicas. Los resultados constataron que la pérdida más alta de bosques se debe a dos factores: el crecimiento urbano en el interior de los países y el crecimiento de las exportaciones agrícolas a otras regiones.

### 2.12 Dinámica de cobertura forestal

Es el cambio constante de la cobertura forestal relacionadas a diversas acciones como actividades antrópicas, desastres naturales y la regeneración de espacios de manera natural que permiten la pérdida y ganancia del recurso forestal y a su vez modifican ecosistemas, biomas y estructuras socioeconómicas de una nación a mediano plazo. La dinámica de cobertura forestal va de la mano con la expansión de las fronteras urbanas-rurales y agrícolas.

Según el informe Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010 (INAB C. U., abril de 2012) se realizó, usando métodos estrictamente digitales e imágenes de sensores remotos para su evaluación, los sensores LANDSAT 5 y LANDSAT 7 fueron usados como fuente primara de información, correspondientes al año 2010, aunque en ciertas áreas se utilizaron imágenes de los años 2009 y 2011 en función de su calidad. Como fuentes de información secundaria, se utilizaron datos de ortofotos 2006 e imágenes del sensor ALOS-PRISM para el año 2010, permitiendo el análisis de la actualización de mapas de cobertura forestal.

El departamento de Quetzaltenango en el período 2006 contaba con 56,061 ha de bosque. Para el año 2010 se reportó una cobertura forestal de 55,730 ha. Se pudo determinar que durante el período 2006-2010, hubo una pérdida de 7,538 ha de bosque, sin embargo, durante

ese mismo período se recuperaron 7,208 ha; teniendo una pérdida neta de 331 ha de bosque. Esas 331 hectáreas de pérdida neta en el departamento de Quetzaltenango, representan una deforestación del 0.59% del bosque que existía en el año 2006. La tasa de deforestación para el departamento de Quetzaltenango es de 81 ha/año, equivalente al 0.14% anual del bosque existente en el año 2006. (INAB C. U., abril de 2012).

## 2.13 Teledetección en cobertura forestal

La teledetección o el uso de sensores remotos, se puede definir como la utilización de sensores para la adquisición de la información sobre objetos o fenómenos sin que exista contacto entre ellos, estos sensores pueden ser sistemas fotográficos u óptico-electrónicos capaces de registrar en forma de imágenes la energía emitida por objetos distantes y pueden ser montados en diferentes plataformas como aviones, satélites y torres u otros sistemas terrestres. La teledetección permite el estudio de recursos naturales y la vegetación en el ambiente, pudiendo obtener información precisa en tiempo casi real de la situación del sector sin necesidad de que el área de estudio sea muy grande (Castañeda, 2013).

El uso de la teledetección a través de imágenes de satélite, facilita la elaboración de mapas temáticos que denotan el estado de los recursos agrícolas y forestales. Con el tratamiento informático de las imágenes satélite se pueden discriminar los tipos de vegetación, su estado y el nivel de protección del suelo. A partir de estos datos es posible obtener la superficie cultivada o arbolada e incluso identificar las especies vegetales. Mediante el análisis multi-temporal de imágenes de satélite es posible hacer un seguimiento de la evolución de las diferentes comunidades vegetales y de los cultivos agrícolas. (Pancel, 2015).

## 2.14 Bandas espectrales

Son aquellas mediciones de la reflectancia que en diversas longitudes de ondas revelan información específica de las características y rasgos del terreno. Estas bandas rara vez se utilizan en solitario, normalmente se utilizan combinando tres bandas, que en la cual esas bandas son:

a) Azul visible: Cartografía en aguas someras. Diferenciación de suelo y vegetación.

b) Verde visible: Diferenciación de la vegetación por su estado.

c) Rojo visible: Diferenciación de la vegetación por especies.

d) Infrarrojo cercano: Cartografía de la vegetación, cartografía del estado de la vegetación, diferenciación de la vegetación por especies.

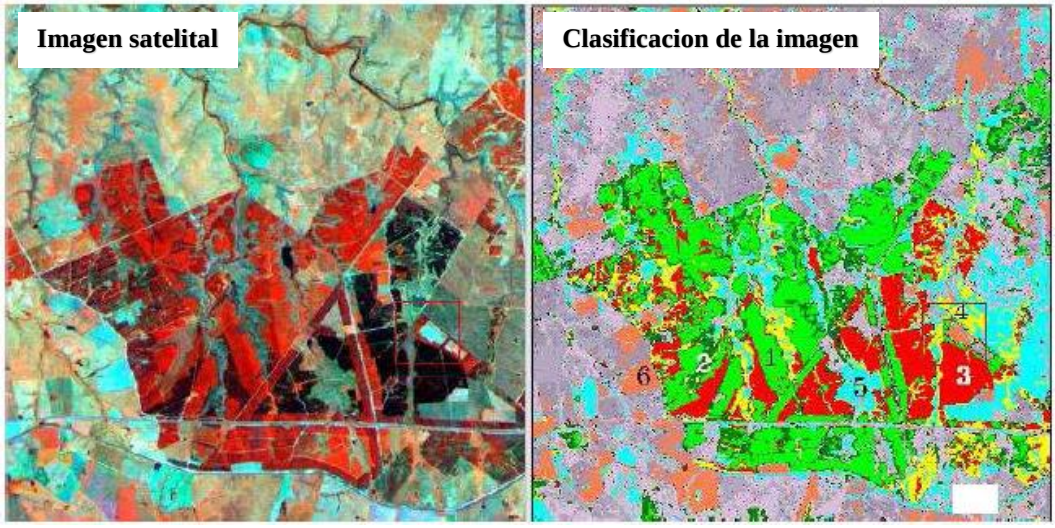
e) Infrarrojo medio: Diferenciación de los tipos de rocas por composición, detección de humedad en la vegetación y suelo. Cartografía de la estructura geológica tranzado en límites de la tierra y el agua.

## 2.15 Clasificación de imágenes

Es el método que consiste en agrupar los píxeles que posean una misma característica aplicado a una imagen pancromática o multibanda (fotografías aéreas, imágenes satelitales, imágenes de Google Earth, etc) para seguidamente transformarlos en mapas temáticos que evidencian información relevante de la situación digital de la imagen procesada. Generalmente la característica tomada es el valor digital de los mismos, que se corresponderá a un tipo de cobertura del terreno al que se denomina clases.

Según (Sotos, s.f) los niveles digitales (ND) continuos medidos por los sensores a una escala nominal o categórica de manera que cada píxel pertenece a una categoría definida previamente. El ND de un píxel clasificado es en definitiva el identificador de la clase o categoría en la que se haya incluido. Estas clases pueden describir distintos tipos de cubiertas (variable nominal o categórica) o bien intervalos de una misma categoría de interés (variable ordinal). Un ejemplo del primer tipo sería una clasificación de distintos tipos de cubierta vegetal, en cambio uno del segundo tipo sería un intento de clasificar distintos niveles de daño producidos por un incendio.

Básicamente, la clasificación digital de imágenes satelitales consiste en un método estadístico por el cual, a través de un muestreo de píxeles, se agrupa en categorías o clases al resto de los píxeles de una imagen.




**Fuente:** (TELEDET, s.f)
**Figura 1:** Clasificación de una imagen multibanda satelital.

Las técnicas de clasificación de imágenes son un conjunto de métodos automáticos que se clasifican en dos técnicas: Clasificación supervisada y Clasificación no supervisada.

## 2.16 Clasificación supervisada

En las clasificaciones supervisadas se requiere la participación activa del analista que esté realizando la clasificación de la imagen de satélite, en este caso, el técnico que está llevando a cabo la tarea debe indicar al software que debe realizar en cada momento (como debe clasificar cada uno de los pixeles existentes en la imagen), a partir de la definición de unas áreas de entrenamiento (training áreas) de las cuales se conoce a priori la naturaleza de su superficie (Tobar, s.f).

A partir de estas áreas el ordenador calcula diversos parámetros estadísticos de los niveles digitales (ND) que definen cada clase, para luego clasificar el resto de píxeles en una categoría determinada atendiendo a sus ND. Resulta adecuado seleccionar varias áreas de entrenamiento por clase para reflejar correctamente su variabilidad en la zona de estudio (Sotos, s.f).

Una vez acabada la selección de las áreas de entrenamiento, el ordenador debe proceder a calcular las estadísticas elementales de cada categoría: media, rango, desviación típica, matriz de varianza, covarianza, etc., a partir de los ND de todos los píxeles incluidos en el área de entrenamiento de dicha clase. Este cálculo es aplicado a cada banda espectral. Las medidas extraídas a partir de los ND de cada área de entrenamiento definen a cada clase, por lo tanto, es muy importante su correcta selección ya que de otro modo se forzaría al ordenador a clasificar áreas heterogéneas (Sotos, s.f).

## 2.17 Clasificación no supervisada

Las clasificaciones no supervisadas guardan relación con el valor relativo al color, al tono o al clúster (grupo o agrupamientos), para identificar entidades. En este caso concreto, el analista deberá validar el resultado de la clasificación una vez esta haya sido llevada a cabo. En el caso anterior, el operador puede influir en gran medida en el proceso de clasificación mientras esta se está desarrollando, y controlando. En esta segunda técnica de clasificación, la influencia que puede ejercer el operador es prácticamente nula, más allá de seleccionar el algoritmo de clasificación que va a utilizarse (Tobar, s.f).

El método para definir los grupos con un comportamiento espectral similar es muy parecido a otras técnicas de clasificación automática de datos. Se basa en la selección de tres parámetros: variables que intervienen en el análisis, criterio para medir la distancia o similitud entre casos, y un criterio para agrupar los casos similares. En nuestro, caso las variables serían las diferentes bandas espectrales. Los casos son los píxeles que componen la imagen y cada uno de ellos está definido por tantos ND como bandas tengamos. Lo que trata

este método es encontrar grupos de píxeles con ND parecidos para asignarlos a alguna de las categorías temáticas que deseemos (Sotos, s.f).

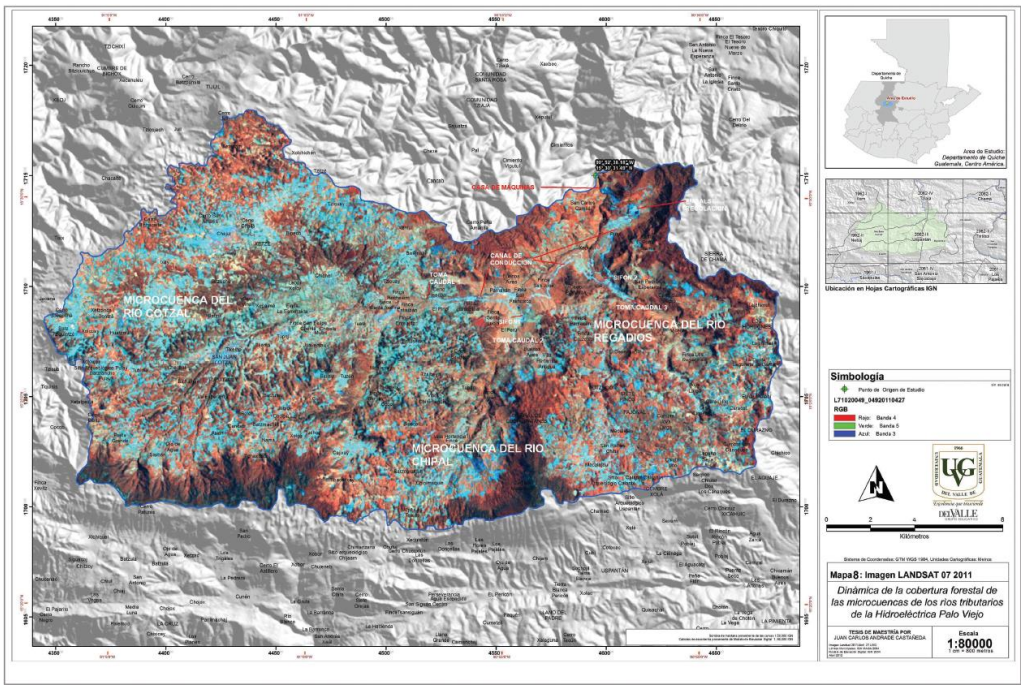
La delimitación de cada grupo espectral se inicia señalando dos criterios: uno que marque la similitud entre píxeles, y otro que marque las condiciones del proceso de agrupamiento. Para el primero, el método más utilizado se basa en la distancia euclídea, aunque se pueden utilizar otros criterios como el de la distancia media o la de Mahalanobis (es una medida de distancia introducida por Mahalanobis en 1936. Su utilidad radica en que es una forma de determinar la similitud entre dos variables aleatorias multidimensionales. Se diferencia de la distancia euclídea en que tiene en cuenta la correlación entre las variables aleatorias). En cuanto al algoritmo de agrupamiento, el más extendido es el denominado ISODATA (Sotos, s.f).

## 2.18 Algunas aplicaciones de las clasificaciones de imágenes

### 2.18.1 Dinámica de cobertura

La clasificación de imágenes ha influenciado en la generación de datos espaciales en la aplicación para la clasificación de cobertura y de usos actuales del suelo en áreas específicas de estudio, esta técnica se puede aplicar en diferentes tipos de software SIG (ArcGIS, ERDAS, ILWIS, etc) siempre y cuando las imágenes deban ser pancromáticas o multiespectrales, existen diversos estudios en las que se han aplicado la clasificación de imágenes en las cuales figuran los siguientes estudios:

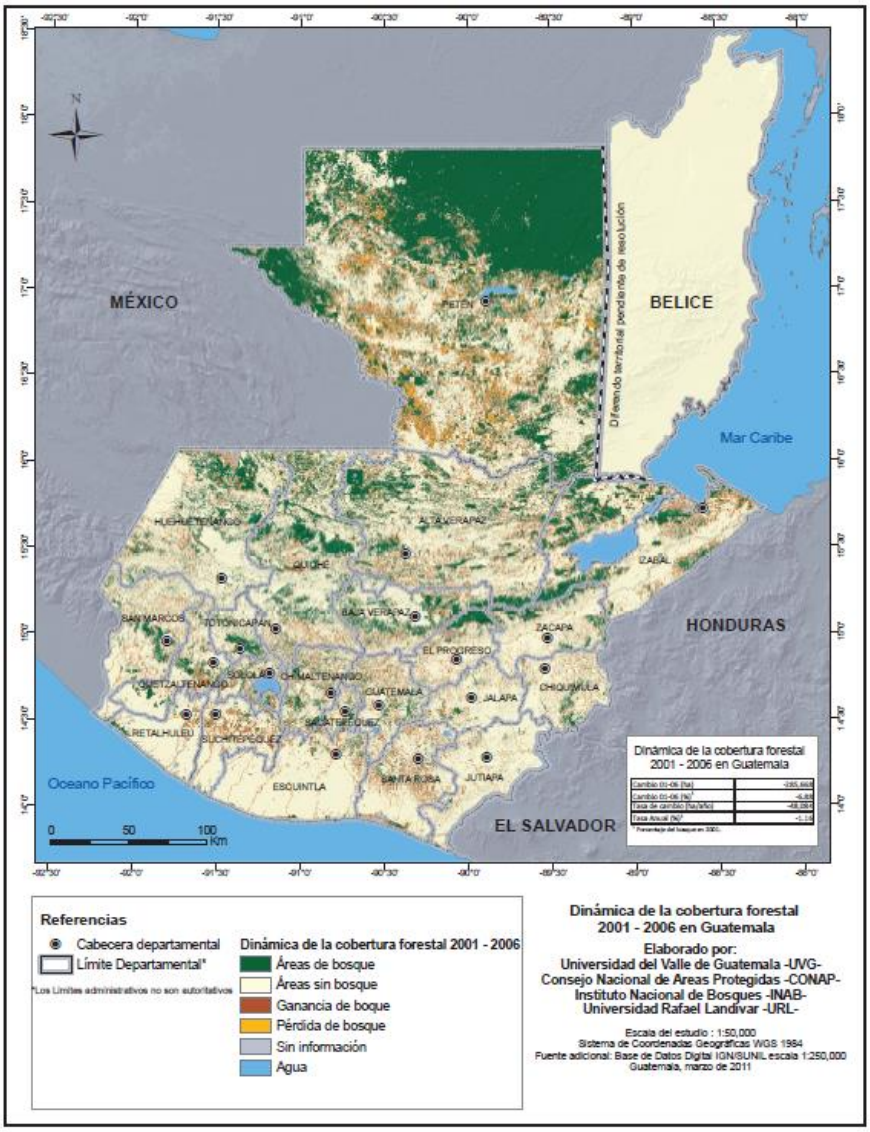
a) ***Dinámica de la cobertura forestal de las microcuencas de los ríos tributarios de la hidroeléctrica Palo Viejo, ubicada en los municipios San Juan Cotzal y San Miguel Uspantán del departamento de El Quiche, Guatemala.*** El cual utilizo la clasificación no supervisada para clasificar en 3 fases: primera clasificación (100 clases), segunda clasificación (50 clases) y tercera clasificación (20 clases). Para el caso de la clasificación supervisada se clasificaron 12 clases siendo: bosque conífero, bosque mixto, bosque latifoliada, guamil, matorral, cultivo perenne, cuerpos de agua, sin cobertura, infraestructura, obstrucción de fallas y nubes.




**Fuente:** (Castañeda, 2013)

**Figura 2:** Dinámica de la cobertura forestal de las microcuencas de los ríos tributarios de la Hidroeléctrica Palo Viejo, San Juan Cotzal, El Quiché.

b) ***Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2006 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2001-2006.*** El cual utilizo la clasificación supervisada de imágenes LANDSAT 7 ETM+ y ASTER, para posteriormente generar el mapa de cobertura forestal 2006 La clasificación de las imágenes satelitales se hizo con un procedimiento supervisado utilizando para ello los puntos de control clasificados sobre las ortofotos que sirven como puntos de entrenamiento para que la computadora pueda clasificar toda la imagen, para este estudio se utilizaron cinco clases siendo: bosque, área de probabilidad de café, sin bosque, urbano/suelo expuesto y agua.




**Fuente:** (Universidad del Valle de Guatemala I. C., Febrero de 2006)
**Figura 3:** Mapa de dinámica de cobertura forestal 2001-2006.

c) ***Análisis de cambios de la cobertura forestal y uso de la tierra mediante imágenes satelitales de alta resolución espacial: 2009-2012-2015 republica de Costa Rica.*** Para este caso el estudio se obtuvieron imágenes satelitales de alta resolución espacial del sensor RapidEye con el propósito de obtener datos más precisos y una escala con mayor detalle. La interpretación y clasificación de las imágenes satelitales para la elaboración de este mapa base se realizó utilizando diferentes técnicas de teledetección y para ello se dividió en dos grandes procesos, el primero fue un proceso automatizado basado en la utilización de un algoritmo realizado con la herramienta Model Builder de ArcGis y el segundo, un proceso

de edición utilizando herramientas de edición de archivos raster en el programa ERDAS IMAGINE.

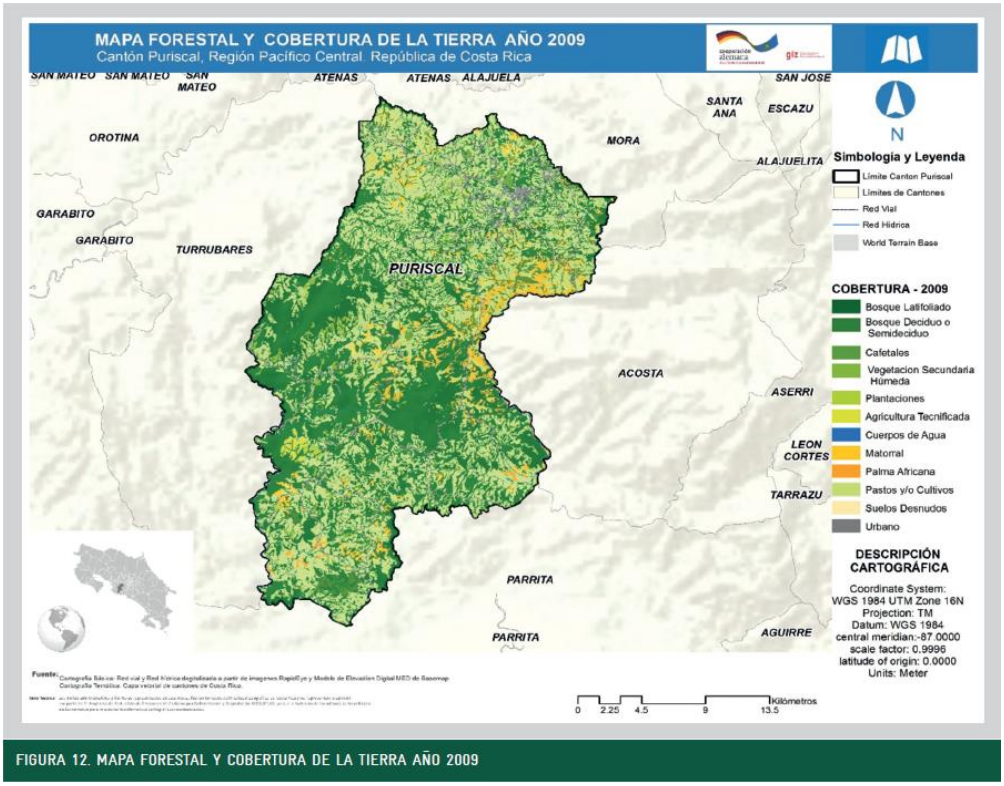



FIGURA 12. MAPA FORESTAL Y COBERTURA DE LA TIERRA AÑO 2009

**Fuente:** (Pancel, 2015)
**Figura 4:** Mapa forestal y cobertura de la tierra año 2009.

# CAPITULO III: Marco metodológico

## 3.1 Características metodológicas de la investigación

La metodología del presente trabajo puede definirse como una investigación mixta integrando métodos cuantitativos y cualitativos, con características del diseño de investigación complementario que se describe a continuación.

### 3.1.1 Metodología cuantitativa y cualitativa

a) Metodología cuantitativa
   - No-experimental, diseño longitudinal:
     No se obtuvo un control directo con las variables en la presente investigación, es decir la cobertura forestal fue analizada de manera indirecta en base a técnica de observación a partir de imágenes satelitales para su interpretación, las variables del objeto de investigación (cobertura forestal) no se manipularon para su análisis, es decir que la intensión del estudio no fue de ejercer modificaciones intencionadas hacia las variables dependientes para ser identificada la causa-efecto sobre otras variables, el objetivo fue observar los fenómenos tal y como se dieron dentro del contexto de la presente investigación por lo tanto se pudo realizar el análisis respectivo.

     El diseño longitudinal dentro de la investigación, hizo énfasis, que los cambios de cobertura forestal fueron determinados a través del tiempo de manera indirecta en un intervalo de 15 años (2002 al 2016), las variables que se plantean en la presente investigación fueron medidas, evaluadas y analizadas en intervalos de tiempos especifico de un año para observar cambios determinantes y consecuentes dentro del estudio, la recolección de la información se realizó mediante a herramientas de investigación adecuadas que se ajustaron para el objeto del estudio.

b) Metodología cualitativa
   - Teoría fundamentada:
     Esta metodología complementó los datos cuantificables de la presente investigación, determinando los factores que generaron dinámica de cobertura forestal en el municipio de San Francisco la Unión, obteniendo datos a partir de la información generada en campo, así mismo se desarrollaron descripciones de las diferencias observadas en los datos obtenidos y se utilizaron herramientas de investigación adecuadas que se implementaron en sujetos de investigación que están involucrados y relacionados directamente en los bosques del municipio.

### 3.1.2 Secuencia temporal

La investigación fue sucesiva y se realizó en dos fases. Fase I: método cuantitativo en la que se estudiaron variables de la investigación que con formaron la cobertura forestal, las variables aportaron una importante información para el avance de la investigación. Fase II: método cualitativo en este caso se analizó la información encontrada y se utilizaron herramientas de investigación propuestas dentro del presente estudio para averiguar las causas y factores que generaron dinámica en la cobertura forestal, seguidamente se hizo uso del análisis extensivo de todos los resultados, el tiempo estimado de la investigación de la primera fase fue de dos meses y medio aproximadamente, la segunda fase vario de dos a tres meses, se usaron de uno a dos meses para realizar el análisis de la teoría fundamentada y el informe final de la investigación.

### 3.1.3 Importancia de las metodologías aplicadas

Dentro de la presente investigación ambas metodologías fueron importantes, debido a que la información de las variables a estudiar fue utilizada para poder dar respuesta a las unidades de análisis dentro del contexto, en la cual ambas metodologías sustentaron los resultados que se deseaban obtener dentro de la investigación.

### 3.1.4 Estrategia de la investigación

Dentro de la presente investigación se utilizó la estrategia explicativa, que facilito la comprensión de datos por medio de definiciones y analogías fundamentadas en base a análisis de resultados, esta consistió en la obtención de datos medibles de campo que se obtuvieron mediante a las herramientas de investigación del enfoque cuantitativo, seguidamente estos datos medibles fueron sometidos a métodos de análisis extensivos para obtener el resultado de la investigación, los resultados se obtuvieron a partir del enfoque cualitativo de la investigación.

### 3.1.5 Pasos del trabajo de campo

#### *3.1.5.1 Delimitación del área de estudio*

Se procedió a delimitar el área de estudio, en este caso el municipio de San Francisco la Unión y sus seis comunidades, por medio de ortofotos e imágenes satelitales que pertenecían al área de estudio y se realizó el caminamiento de los mojones del municipio por medio de GPS Navegador, con el objetivo de obtener la información geográfica más precisa y real.

#### *3.1.5.2 Obtención de imágenes satelitales*

Se utilizaron imágenes satelitales ASTER L1 T con la finalidad de identificar el área de estudio estas imágenes fueron obtenidas a partir del año 2002 al 2016, las imágenes se obtuvieron de la siguiente forma: se descargaron las imágenes satelitales del 2002 al 2016 por medio del satélite ASTER L1 T, estas se obtuvieron a partir de la plataforma de descarga del EARTHDATA de la NASA en color verdadero, formato RGB, con una resolución de 15 metros por pixel y sin presencia de nubosidad posible, y el tiempo estimado de estas imágenes fue de intervalos de un año. Se descargaron imágenes con menor índice de nubosidad siendo el rango de fecha propuesta de la descarga es entre el mes enero y abril que se estimó que son fechas de verano que garantizaron un índice de nubosidad menor. Cabe mencionar que las imágenes descargadas corresponden al área de estudio.

#### *3.1.5.3 Observación no participante*

Dentro del estudio se utilizaron herramientas como la observación no participante, se obtuvo como objetivo visualizar de manera indirecta la dinámica de cobertura forestal (pérdidas y ganancias), de la misma manera se utilizó esta herramienta para observar el contexto del bosque específicamente en las áreas donde existieron modificaciones en la cobertura forestal para observar los cambios de uso a través del tiempo en diferentes épocas, dentro de esta herramienta se utilizaron guías de observación y fichas de trabajo de campo, estas fueron auxiliadas mediante la documentación como el uso de entrevistas y fotos para documentar relatos y testimonios de personas que aportaron para la obtención de datos.

#### *3.1.5.4 Aplicación de métodos y procesamiento de la información*

El uso de herramientas son los siguientes: ERDAS Imagine[1] y ArcGIS[2], estos software se utilizaron para procesar la información que brindaron las imágenes satelitales ASTER L1 T, se utilizó la clasificación no supervisada para las imágenes 2002 al 2014 y la clasificación supervisada para el caso de las imágenes 2015 y 2016, se delimito por medio de shapes la cobertura forestal, así mismo se asignaron clases para cada imagen siendo: cobertura forestal y áreas sin cobertura forestal dependiendo de la resolución de las imágenes satelitales proporcionadas por el servidor EARTHDATA de la NASA. Aplicación de encuestas estructuradas se realizaron muestras dirigidas a diversos estratos de la población, siendo estos líderes comunitarios y líderes municipales que estuvieron en contacto y que tuvieron relación con el recurso bosque. Después de aplicar las herramientas se interpretaron los resultados

[1] Este software se utilizó para el procesamiento de análisis siendo la clasificación supervisada y no supervisada, por tratarse de una investigación con fines académicos, se solicitó mediante vía electrónica a HEXAGON Geospatial una licencia temporal con una duración de 3 meses para la versión 2014.

[2] Este software complemento el proceso de análisis y cálculo de áreas generando mapas temáticos de la dinámica de cobertura forestal, por tratarse de una investigación con fines académicos, se solicitó vía electrónica a ESRI una licencia temporal, el cual se obtuvo el código de autorización: **EVA931388422** para la versión 10.5.

para su análisis e interpretación con la finalidad de responder a la dinámica de la cobertura forestal.

#### *3.1.5.5 Validación de la herramienta establecida*

Para la aplicación de encuestas estructuradas, se creó un modelo de encuesta que fue probado en campo con un porcentaje mínimo de la muestra a encuestar, el cual sirvió para determinar la factibilidad y funcionalidad de la encuesta, en base a los resultados obtenidos se dio como válida, se realizaron modificaciones en base a las carencias que se mostraron durante la prueba, una vez realizados los cambios se hizo una prueba más para corroborar su funcionalidad, se realizaron algunos ajustes que fueron mínimos y se aplicaron las encuestas al grupo de personas selectas.

Para la aplicación de sistemas de información geográfica no hubo validación de los métodos debido a que son métodos con sistematización preestablecida que no necesitan modificación y ajustes para el proceso de la información.

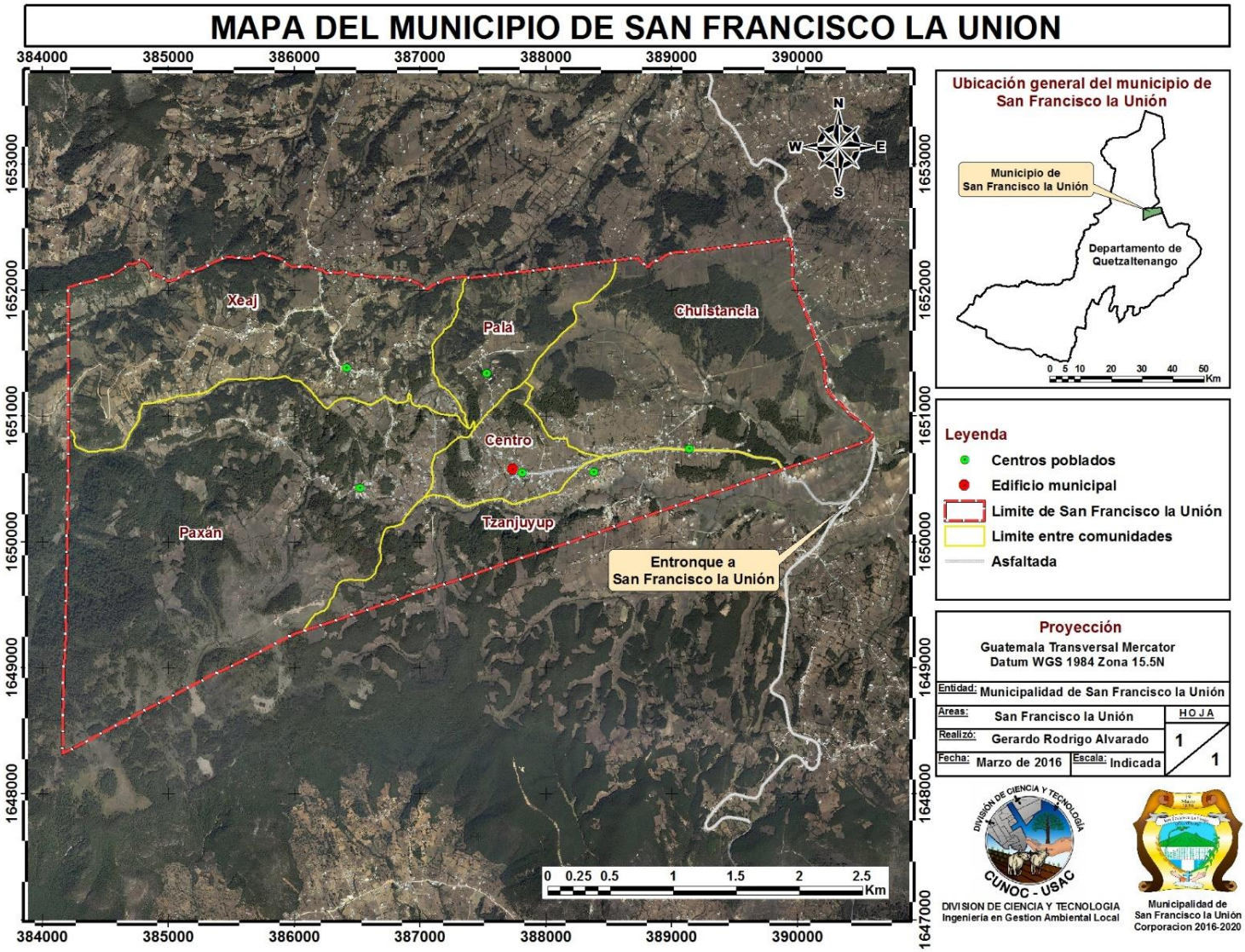
#### *3.1.5.6 Resultados de la investigación*

Una vez obtenido los resultados se analizaron para obtener las respuestas a las preguntas planteadas en la presente investigación, evidenciando los cambios de la cobertura forestal y los factores que ocasionaron dichos cambios en las diversas áreas de bosque del municipio de San Francisco la Unión en diferentes periodos (2002 al 2016).

## 3.2 Dimensión del aspecto cuantitativo de la investigación.

### 3.2.1 Contexto espacial de la investigación.

El área de estudio fue en el municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango, ubicado en la región norte del departamento, registrado el 2 de junio de 1880 en el segundo registro de la propiedad como bien inmueble del departamento de Quetzaltenango datos obtenidos según del Plan de Desarrollo Municipal (Diciembre 2010), actualmente cuenta con cinco cantones (Cantón Centro la Unión, Cantón Chuistancia, Cantón Tzanjuyup, Cantón Palá, Cantón Paxán) y una aldea (Aldea Xeaj), su población actual es de 7,718 habitantes. Posee una extensión territorial de 32 km², según los datos proporcionados SEGEPLAN (2010), se ubica geográficamente de la siguiente manera: Latitud: 14°55'21.09N, Longitud: 91°33'18.31W y una altura promedio de 2825 Metros sobre el nivel del mar (MSNM), a continuación, en el Mapa 4 se observa la delimitación del municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango con sus seis comunidades.




**Fuente:** elaboración propia (abril de 2016).
**Figura 5:** Mapa del municipio de San Francisco la Unión y sus seis comunidades.

### 3.2.2 Contexto temporal de la investigación

La investigación se realizó en un intervalo de tiempo longitudinal a partir del año 2002 para el año 2016, (15 años) la finalidad fue de analizar los cambios que se produjeron en la cobertura forestal, se analizaron imágenes comparando las modificaciones en el uso actual del suelo que surgió por año, en base a imágenes satelitales del ASTER L1 T. es decir se compara y analiza 15 usos actuales contrastando el cambio de la cobertura forestal por año tomando como base el uso actual del año 2002 comparando consecutivamente con el año 2003, 2004 hasta llegar al año 2016, este proceso evidencia los cambios que se han obtenido por cada año tomando como resultado el análisis para estimar cambios de pérdida y ganancia de la cobertura forestal en el municipio de San Francisco la Unión, Quetzaltenango.

### 3.2.3 Variables de la investigación

Para la presente investigación se estudiaron tres variables del tipo cuantitativo siendo la siguientes:

#### *3.2.3.1 Uso actual del suelo:*

Esta variable determino el uso actual del suelo (del periodo 2002 al 2016) que se encuentran dentro del municipio de San Francisco la Unión, el tipo de la variable es continua; ya que los datos que se obtengan serán numéricos en los cuales se tomara en cuenta valores intermedios, siendo medida con la escala de razón.

a) Definición conceptual:
   El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en un ambiente construido tal como campos de sembradío, pasturas y asentamientos humanos. También ha sido definido como "las acciones, actividades e intervenciones que las personas realizan sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla", además corresponden a unidades puras como: bosques, matorrales, chaparros, páramos, eriales y zonas urbanas; y, asociaciones como: agricultura-pasto y pasto-agricultura.

b) Definición operacional:
   El indicador de la variable son las áreas de no bosque (agrícolas, urbanas y sin uso), para estas áreas se determinó una dimensional expresada en hectáreas (ha). Las áreas de uso actual del suelo (de cada año), se delimitaron mediante la utilización de imágenes satelitales ASTER L1 T y se usó software SIG auxiliando la información con levantamientos de puntos de GPS (clasificación supervisada 2015 y 2016), el proceso se hizo para todas las imágenes descargadas, se delimitaron creando archivos shapes por cada imagen satelital, en estos archivos se pudo obtener el área del uso actual del municipio (sin uso), las modificaciones de área de cada imagen correspondieron a las áreas donde exista cambios en el uso del suelo.

#### *3.2.3.2 Cobertura forestal:*

Esta variable determino los cambios generados en la extensión del área de la cobertura forestal, el tipo de la variable fue continua; ya que los datos que se obtuvieron fueron numéricos en donde se tomaron en cuenta valores intermedios, siendo medida con la escala de razón.

a) Definición conceptual:
   Conjunto de árboles y otras plantas que ocupan el suelo de un bosque, incluida la vegetación herbácea, además es el área que se extiende por más de 0,5 hectáreas

dotada de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de copas superior al 10 por ciento denominada dosel del bosque, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye las plantaciones utilizadas fundamentalmente para fines forestales o de protección. Excluye las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola, por ejemplo, plantaciones frutales y sistemas agroforestales. Excluye también los árboles que crecen en parques y jardines urbanos.

b) Definición operacional:
Los indicadores de esta variable fueron: la delimitación, dinámica, pérdidas y ganancias de la cobertura forestal, dichas variables se les atribuyo una dimensional expresada en hectáreas (ha), así mismo para estimar estas variables se usó el procesamiento de imágenes satelitales ASTER L1 T (clasificación de imágenes), mediante a la utilización de herramientas SIG (ERDAS Imagine, ArcGIS), a continuación, se describen la definición operacional de la variable:

*Delimitación:* se delimitaron las áreas forestales por comunidad y su dimensional se expresó en hectáreas (ha), para dicho proceso se procedió a delimitar las comunidades mediante el apoyo de los líderes comunales para identificar los mojones de cada comunidad, así mismo se definieron las áreas forestales, la delimitación de las comunidades se realizaron por medio de GPS, libreta de campo y mapas, finalmente se procesó la delimitación digital por medio del software SIG y se usó imágenes satelitales y ortofotos.

#### *3.2.3.3 Dinámica de cobertura forestal:*

Esta variable determino las pérdidas y ganancias del análisis comparativo de los usos actuales establecidos por año del municipio de San Francisco la Unión, esta variable es continua por la información de datos numéricos en los que establecerán valores medidos con escala de razón.

a) Definición conceptual:
Son todos los procesos evolutivos y variaciones negativas/positivas de un bosque que están relacionados a procesos climatológicos, fenómenos naturales, incidencias biológicas como las plagas, incendios forestales, factores antrópicos que modifican para diversos usos y fines de explotación que generan fuente de recurso económico, son los que generan dinámica de cobertura forestal y a su vez pérdidas y ganancias de un área determinada. Para la presente investigación dentro de la dinámica de cobertura forestal se clasifican también los siguientes conceptos:

- *Cobertura forestal:* Son áreas que conforma diversidad de especies de vegetación leñosa al que comúnmente se le llama bosque algunos autores afirman que la cobertura forestal inicia a partir de 0.5 hectáreas de bosque y otros autores

comentan que en un espacio determinado donde hay especies forestales presente puede llamarse bosque.

- *Cobertura forestal permanente:* Son las áreas de cobertura forestal que no han sido modificados y no han presentado cambios significativos a través del tiempo.
- *No bosque:* Son áreas sin cobertura forestal que generalmente están bajo uso agrícola, urbano, sin uso, pastoreo.
- *Pérdida:* Son áreas que fueron forestales y que sufrieron cambios de uso mediante a factores como urbanización, explotación agrícola/ganadera, incendios forestales, tala inmoderada de especies forestales y fenómenos naturales.
- *Ganancia:* Son todas las áreas donde se generaron regeneración natural y regeneración artificial (reforestaciones) que fueron prosperando para convertirse posteriormente en bosques.

b) Definición operacional:

Se usaron imágenes satelitales del satélite ASTER L1 T, los cambios y modificaciones en la cobertura forestal se analizaron mediante a la clasificación de imágenes no supervisada y clasificación de imágenes supervisada, comparando diferencias y cambios de cobertura entre imágenes con tiempos de intervalo de un año se logró analizar la cobertura forestal en función al uso actual del suelo, haciendo uso del software SIG (ERDAS Imagine y ArcGIS) se realizó el análisis de la cobertura forestal a partir de la clasificación de imágenes:

Para la clasificación de imágenes no supervisada se usaron imágenes de color verdadero multiespectrales, seguidamente asignaron clases siendo: cobertura forestal, sin cobertura (áreas urbanas/rurales y agricultura), para el caso de la clasificación supervisada se levantaron puntos de GPS en campo para obtener firmas espectrales. Así mismo la determinación a priori de las clases fueron con determinadas características comunes llamadas áreas de entrenamiento (firmas espectrales a partir de localización de puntos), las cuales fueron representativas a las distintas clases (bosque, sin cobertura, área rural/urbana). Fue necesario tener en cuenta el cálculo de parámetros estadísticos en base a las áreas muestreadas como son la Media y la Desviación estándar, asignándole una Máxima probabilidad para asignar a cada píxel la probabilidad que pertenezca a una clase determinada según la media y Desviación de esta (INAB C. U., abril de 2012).

*Pérdidas y ganancias de cobertura forestal:* su dimensional se expresó en hectáreas (ha), las pérdidas y ganancias de la cobertura forestal se derivaron de los resultados obtenidos de la dinámica de cobertura forestal estimada mediante la clasificación de imágenes supervisada y no supervisada, estos fueron medidos y observados de manera indirecta, así mismo se calcularon las pérdidas y ganancias de cobertura forestal por año y finalmente se contrastó la pérdida de cobertura forestal de los últimos quince años.

Para identificar las causas que han generado pérdidas y ganancias en la cobertura forestal, se implementaron encuestas a los líderes comunitarios para complementar el estudio pudiendo analizar los resultados obtenidos (ver en el apartado 3.3.2.1. Definición de categoría de análisis).

### 3.2.4 Fuentes de información

#### *3.2.4.1 Fuentes de información primaria*

Fue la recopilación de datos obtenidos mediante la delimitación del área de estudio mediante a trabajos de campo midiendo los mojones del municipio de San Francisco la Unión, seguidamente la obtención de áreas de uso actual por año derivados de las imágenes satelitales ASTER L1 T, el cual fueron verificados en campo mediante a puntos de control para poder procesar las firmas espectrales de cada imagen satelital y poder estimar las pérdidas y ganancias de cada análisis de la cobertura forestal del municipio. Para el caso de las entrevistas estructuradas se identificaron a los líderes comunitarios de cada comunidad que han estado al tanto de lo ocurrido en sus bosques comunales durante los últimos quince años.

#### *3.2.4.2 Fuentes de información secundaria*

Se usaron documentos impresos, digitales, sitio web que están relacionados a la problemática y que validaron y respaldaron los resultados que se obtuvieron en la presente investigación, las fuentes de información obtenidos de los documentos se utilizaron como antecedentes y herramientas para esta investigación el cual enriquecieron la metodología del estudio.

Se realizaron consultas de información ante las entidades competentes en el tema de recursos forestales y con relación al municipio de San Francisco la Unión, las entidades que se visitaron fueron: INAB, MARN y HELVETAS. Se solicitó información sobre: dinámica de cobertura forestal del municipio, actividades que involucran vulnerabilidad de los bosques de San Francisco la Unión, eventos que modifican la cobertura del bosque e historial del bosque de los últimos 15 años, en caso contrario de que no se obtuvo la información requerida por MAGA y la Oficina Forestal Municipal, por lo tanto, se siguió con el método propuesto para generar la información.

### 3.2.5 Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos.

#### *3.2.5.1 Caminamiento y delimitación del área de investigación*

Se delimitaron los mojones comunales con sus respectivos bosques del municipio de San Francisco la Unión, previo a realizar la actividad se visitaron a los líderes comunitarios para

obtener la autorización y aval de la actividad realizada en campo, a continuación, se describen los instrumentos que se usaron dentro de la actividad:

a) Mapas impresos:
   Se utilizaron mapas del municipio de San Francisco la Unión, para identificar la ubicación del área de estudio, estos mapas se usaron en conjunto con el GPS navegador, los mapas se imprimieron en ortofotografía con la proyección geográfica: Universal Transversal de Mercator (UTM).

b) GPS navegador:
   Se uso para ubicar y delimitar los mojones del municipio, comunidades y de las áreas de bosque, la configuración del GPS fue en "WGS 1984 Zona 15N" en proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).

c) Boleta de levantamiento topográfico:
   Se usaron tablas de levantamiento topográfico diseñadas para recabar la información de campo tales como puntos de GPS con coordenadas (X, Y y Altura si es necesario) para la obtención de puntos de limites comunales y ubicación de clases para gestionar las firmas espectrales, además se describió lo observado en campo.

#### *3.2.5.2 Teledetección*

Se usaron procesos de teledetección para estimar indicadores de pérdidas y ganancias de la cobertura forestal, por medio de la clasificación de imágenes satelitales y se usaron para estimar las áreas de los diferentes usos (forestales, ganancia, pérdida y sin cobertura) con base a dos técnicas principales de la clasificación de imágenes satelitales, siendo la clasificación no supervisada donde se usó un clúster (grupo o agrupamientos) que identifico entidades o clases. La clasificación supervisada se usó a partir de la definición de unas áreas de entrenamiento (training áreas) auxiliándose de la obtención de puntos geográficos para generar firmas espectrales que fueron parte de los procesos realizados en la clasificación de imágenes supervisada. Al finalizar los procesos de clasificación se convirtieron los raster temáticos (clasificados o estratificados) a vectores para estimar el valor de la cobertura en hectáreas. Para obtener esta información se usaron los siguientes instrumentos:

a) ERDAS Imagine 2014:
   Se usó para procesar las imágenes satelitales ASTER L1 T en clases y crear mapas raster temáticos clasificados, así mismo se generaron firmas espectrales que contienen la estadística de las imágenes procesadas.

b) Software ArcGIS 10.5:
   Se usó para procesar y crear información requerida para el estudio, se considera que fue la versión adecuada que tuvo la capacidad necesaria de gestionar los procesos,

además se usó la proyección geográfica WGS 1984 Zona 15N, UTM (Universal Transversal de Mercator) correspondiente a la región del país.

c) Ortofoto 2006 (IGN):
Se usó como referencia, las ortofotos 2006 las proporciono el Instituto Geográfico Nacional, para la ubicación del área de estudio y delimitación de áreas.

d) Shape 2006 (IGN):
Se usaron shapes de la base de datos 2006 que proporciona el Instituto Geográfico Nacional, los shapes utilizados fueron: Departamentos, municipios, comunidades, cobertura forestal, uso actual del suelo, fue necesario modificar la información de estos shapes ya que se pudo comprobar que no correspondían en campo.

e) Imágenes ASTER L1 T:
Las imágenes ASTER fueron descargadas a partir de los años 2002 al 2016, el criterio que se utilizó para su descarga fue en época seca con poca nubosidad para poder tener una mejor visualización de la cobertura forestal.

f) Software Topcón Tools:
Se usó este software para realizar la conversión de coordenadas que no correspondan al sistema de proyección indicada en la presente investigación.

### 3.2.6 Descripción de los instrumentos de la investigación

a) Mapas impresos:
Orientan la ubicación de un lugar o área determinada.

b) GPS navegador:
Determina la posición de un objeto o una persona con una precisión aceptable y aproximada a la realidad, mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el globo terrestre.

c) Tabla de levantamiento topográfico:
Registra los datos de las coordenadas X y Y, como también la altura en metros sobre el nivel del mar (MSNM), así mismo observaciones y situaciones que la persona manifiesta del entorno.

d) Medios audiovisuales
Registra evidencias mediante a fotos digitales.

e) Software ERDAS Imagine 2014 y ArcGIS 10.5:
Procesa y genera información vectorial, datos alfanuméricos, además permite la visualización de imágenes raster (imágenes aéreas y satelitales de un área determinada) para la gestión de datos e información.

f) Ortofoto 2006 (IGN):
Imágenes aéreas de la república de Guatemala con una resolución de 30 metros.

g) Shape 2006 (IGN):
Base de datos de la información geográfica de la república de Guatemala, estimando la delimitación geográfica de departamentos, municipios y comunidades.

h) ASTER L1 T:
Son imágenes satelitales con una resolución mínima de 15 metros.

i) Software Topcón Tools:
Hace conversiones de diferentes sistemas de coordenadas, siendo UTM, GTM, y sistema geográfico.

### 3.2.7 Técnica de análisis de los datos

Para la técnica de análisis, se tabuló toda la información obtenida a partir de los métodos y las herramientas de investigación propuestas dentro del presente estudio, el objetivo fue ampliar el panorama de la investigación, auxiliándose de teorías fundamentadas, y la ordenación de datos cuantitativos. En los datos cuantitativos se usó la técnica de análisis estadístico en datos como: áreas y/o extensión territorial, porcentajes, para obtener resultados finales para la investigación.

## 3.3 Dimensión del aspecto cualitativo de la investigación.

### 3.3.1 Definición del método de investigación

a) Teoría fundamentada:
Es un proceso de recolección de datos, codificación y análisis en las que se descubren teorías, conceptos, hipótesis y proposiciones, esta sirve para desarrollar teoría que está fundamentada en análisis sistemáticos de datos.

### 3.3.2 Categorías de análisis de la investigación

Para la presente investigación se analizó una variable del tipo cualitativa siendo la siguiente:

a) Manejo comunitario-municipal forestal:
Esta variable determino los problemas de manejo, capacidad técnica y administración del recurso forestal del municipio de San Francisco la Unión.

- Tipo de variable:
  Polinómica: ya que se analizó tres componentes de la variable descritas con anterioridad.

#### *3.3.2.1 Definición de categoría de análisis*

| Variable | Indicador | Análisis de los indicadores | Aplicación de instrumentos y operación |
|---|---|---|---|
| **Manejo comunitario-municipal forestal.** | Problemas del cambio de uso | Mediante los resultados obtenidos por medio de la encuesta se estableció el estado actual y las causas o factores de la problemática que se obtengan mediante las encuestas. | Encuestas estructuradas a una muestra dirigida a: líderes comunitarios, guarda recursos y oficina forestal municipal. |
| | Capacidad técnica, política-administrativa | Mediante los resultados obtenidos en las encuestas, se estableció el tipo de acciones e incidencias técnicas, políticas y administrativas sobre el bosque. | |
| | Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal | Mediante los resultados que se obtuvieron, se estableció que tipo de acciones se emplearon para dar el manejo y mantenimiento al recurso bosque. | |

### 3.3.3 Características de los informantes

La población de San Francisco la Unión pertenece al área Quiche, la mayor parte de sus habitantes domina el idioma Quiche, están enmarcados en tradiciones y costumbres, se identifican con los recursos forestales, agricultura y el desarrollo de la infraestructura que toman mayor relevancia, según estimaciones emitidas por autoridades municipales concuerdan que el 40% de la población es emigrante y residen en los Estados Unidos, una de las características del municipio son los líderes comunitarios que están al pendiente de la situación del municipio, a continuación se describen las características de los informantes para la obtención de datos de la investigación:

a) Hombres:
   Para la recopilación de datos, se tomó en cuenta al Concejo municipal, alcaldes auxiliares, COCODES que manejan el tema de bosque con la finalidad de recabar información debido a que ellos monitorean las áreas forestales comunales de las comunidades, en el caso de grupos u organizaciones sociales se tomó en cuenta dentro de los procesos de la presente investigación.

b) Mujeres:
   Para la recopilación de datos, se tomó en cuenta a grupos de mujeres y comadronas que están en contacto con los recursos naturales, para este caso se coordinó con la Oficina Municipal de la Mujer para mejorar los procesos de información con mujeres.

Las encuestas se realizaron mediante a muestras dirigidas a un sector de la población del municipio de San Francisco la Unión.

### 3.3.4 Fuentes de información

#### *3.3.4.1 Fuentes de información primaria*

La información se obtuvo a partir de las encuestas dirigidas: Líderes comunitarios: alcaldes auxiliares, COCODES y organizaciones locales que tienen relación con el recurso bosque, así mismo los representantes de entidades municipales como: concejo municipal y oficina forestal municipal.

#### *3.3.4.2 Fuentes de información secundaria*

Se usaron documentos impresos, digitales, sitio web que están relacionados a la problemática para validar y respaldar los resultados que se obtengan en la investigación, los datos que contengan las fuentes de información se utilizaron para usar los antecedentes y herramientas dentro de la investigación el cual enriquecieron la metodología del presente estudio.

### 3.3.5 Instrumento a utilizado en la recopilación de los datos

#### *3.3.5.1 Entrevistas estructuradas.*

Se usaron entrevistas estructuradas para la obtención de datos cualitativos, estas fueron dirigidas a un sector de la población del municipio de San Francisco la Unión, se tomó en cuenta la formulación de preguntas abiertas relacionadas al tema del recurso forestal, sus antecedentes e incidencias.

### 3.3.6 Validez de los instrumentos de la investigación

a) Entrevistas estructuradas
   Se formularon preguntas abiertas, además se auxilió de documentación que valide la estructura lógica de la entrevista.

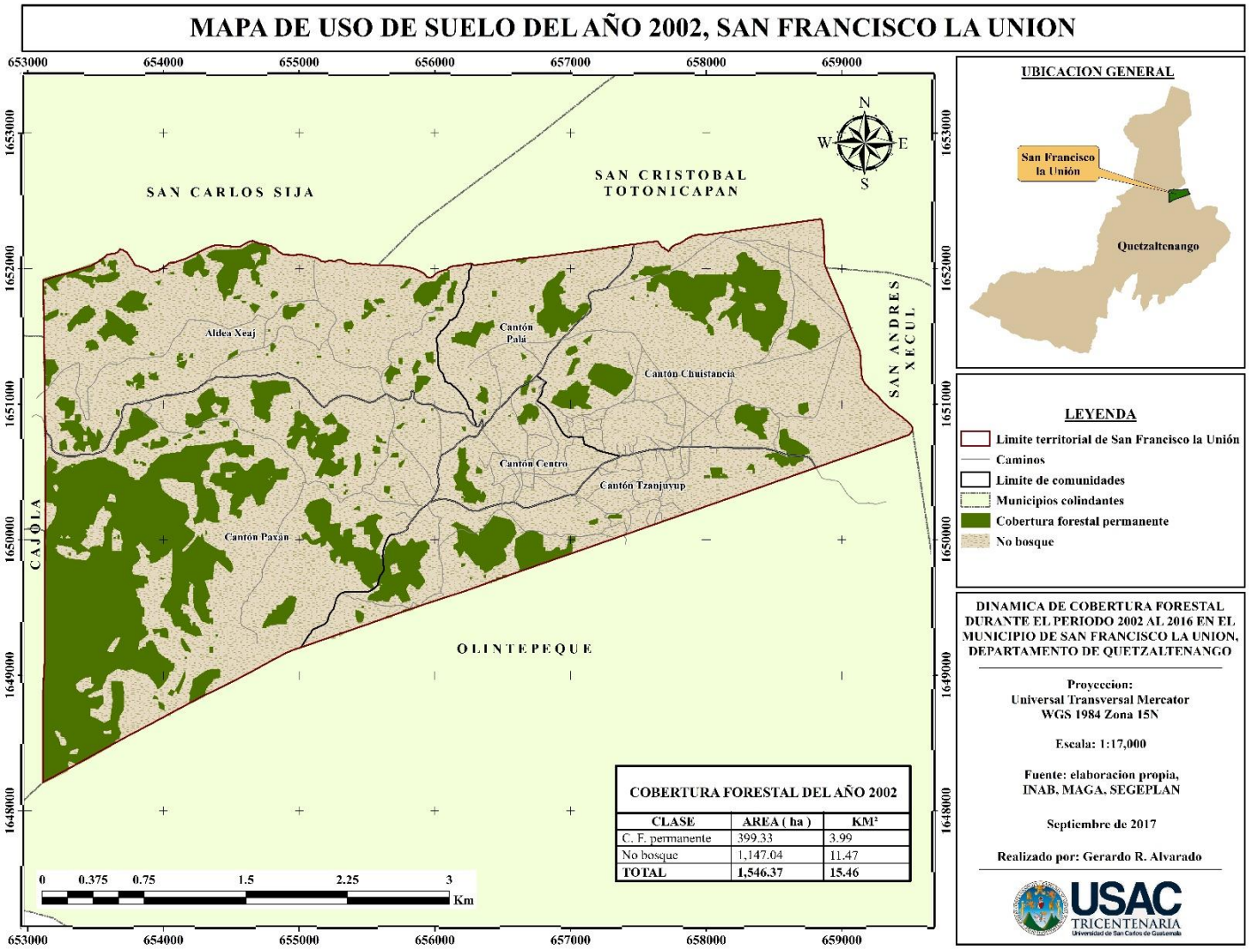
### 3.3.7 Técnica de análisis de los datos

Se analizó la información obtenida por medio del agrupamiento de las tendencias de respuestas detectadas, emitidas por los encuestados estableciendo los resultados de la investigación seguido del análisis de los datos que complementaron la presente investigación.

# 4 CAPITULO IV: Análisis y discusión de resultados

## 4.1. Determinación del bosque permanente, año 2002

La investigación permitió establecer y analizar el uso del suelo del municipio de San Francisco la Unión para cada año usando como punto de partida el uso de suelo del año 2002, este uso se fue analizando cada año hasta llegar al año 2016 con la finalidad de evaluar y determinar la dinámica de cobertura forestal (pérdidas y ganancias). Para el año 2002, la cobertura forestal se determinó como bosque permanente, el cual es equivalente a 399.33 ha, lo que representa el 25.82% del área total del municipio de San Francisco la Unión, la diferencia del área es equivalente a 1,147.04 ha que pertenecen a las áreas de no bosque, tales como uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo (Ver figura 6).

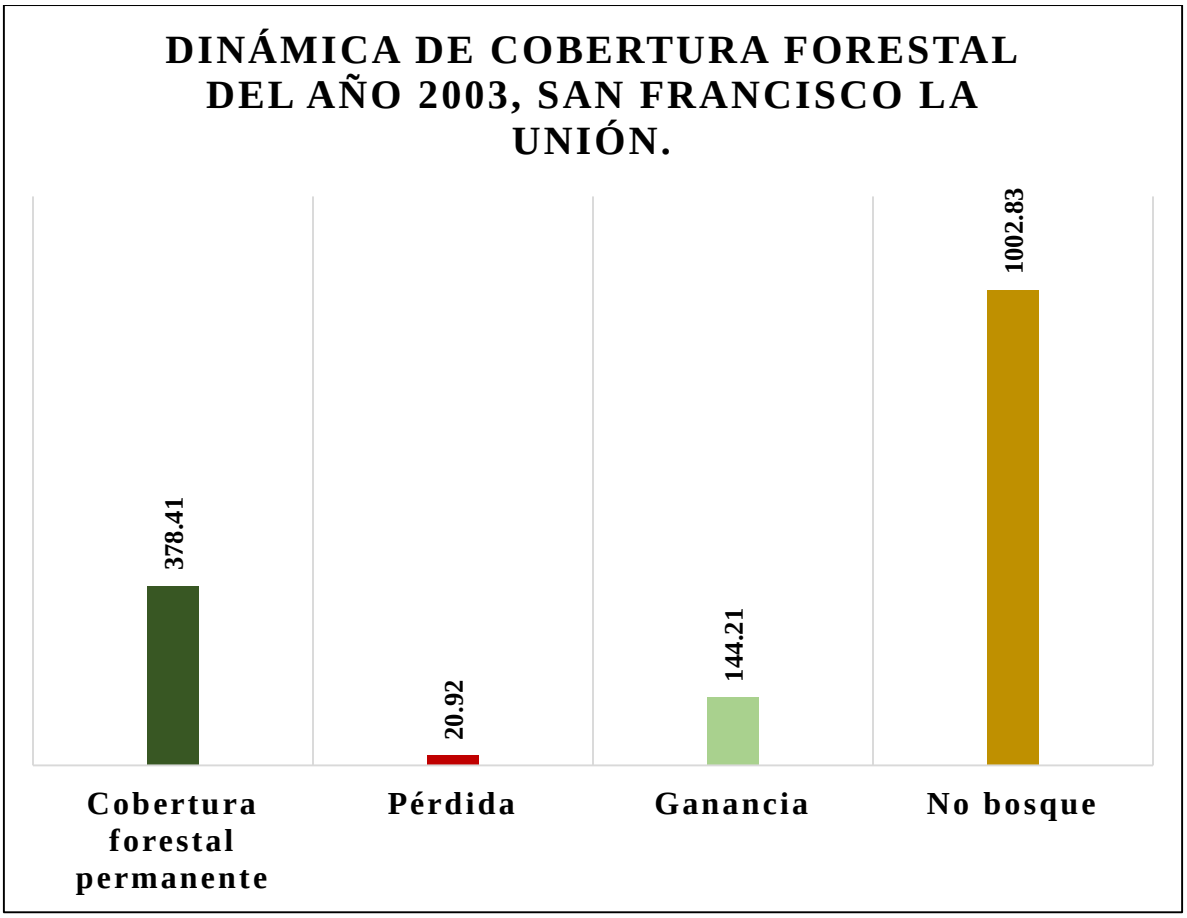



**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 6:** Mapa de uso de suelo del año 2002, San Francisco la Unión, Quetzaltenango.

## 4.2. Dinámica de cobertura forestal del año 2003

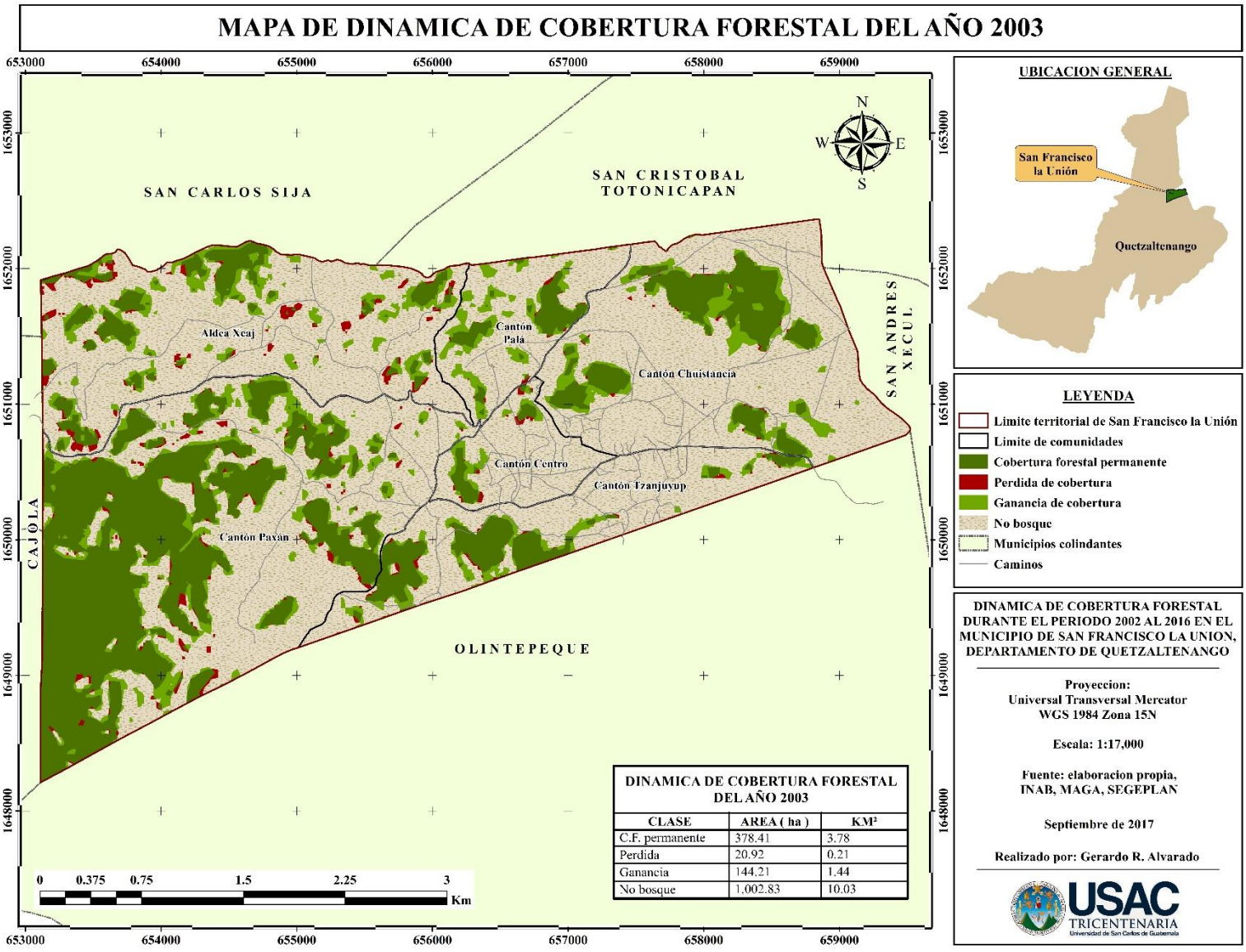
De acuerdo con los resultados obtenidos, para el año 2003 el municipio de San Francisco la Unión presento cambios de uso en la cobertura forestal permanente equivalente a 378.41 ha, indicando que fue modificado comparado al año 2002 y a su vez generando una pérdida equivalente de 20.92 ha. Por otra parte, se generaron nuevas áreas de cobertura forestal siendo una ganancia equivalente a 144.21 ha, indicando un aumento neto de la cobertura forestal (cobertura forestal permanente + ganancia) de 522.62 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 1:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 1:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2003.

En la figura 7 se presenta la dinámica de cobertura forestal del año 2003, se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 1002.83 ha, para este periodo se observa una disminución de áreas de no bosque, generando áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en diversas áreas del municipio.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 7:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2003, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.2.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2003

#### *4.2.1.1 Problemas del cambio de uso*

Según los datos obtenidos de las entrevistas estructuradas dirigidas a los líderes comunitarios del municipio de San Francisco la Unión para el año 2003 la pérdida generada en la cobertura forestal permanente se debió a problemas de tala inmoderada para uso de leña según afirmaron los entrevistados, así mismo un grupo indico que existen comercios de ventas de leña específicamente en el cantón Chuistancia que extrae producto forestal de los bosques comunales del municipio. Otro factor que ocasiono el cambio de uso para este mismo año es la apropiación de áreas que según los líderes comunitarios manifestaron que ha sucedido en todas las comunidades mientras que otro grupo de comunitarios consideraron que la apropiación de áreas se debió para fines de producción agrícola derivando conflictos sociales entre las autoridades locales y municipales contra las personas que se apropiaron de dichas áreas. Se pudo analizar que la percepción de los comunitarios en tema de obra gris dentro de los bosques del municipio, no representa problemas de pérdida de cobertura forestal.

#### *4.2.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para el año 2003 se tuvo conocimiento que la municipalidad en conjunto con las alcaldías auxiliares ha sancionado a las personas que se han beneficiado de la extracción de leña, pero no ha sido de gran incidencia debido a la carencia económica para invertir en personal permanente para fines de control y monitoreo de los bosques del municipio. Para el caso de la Aldea Xeaj, manifestaron que ellos son los únicos que están autorizados para sancionar las talas y usos excesivos de los recursos forestales sin dependencia de las autoridades municipales evidenciando un conflicto entre municipalidad y la aldea Xeaj por el control de los recursos forestales.

#### *4.2.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

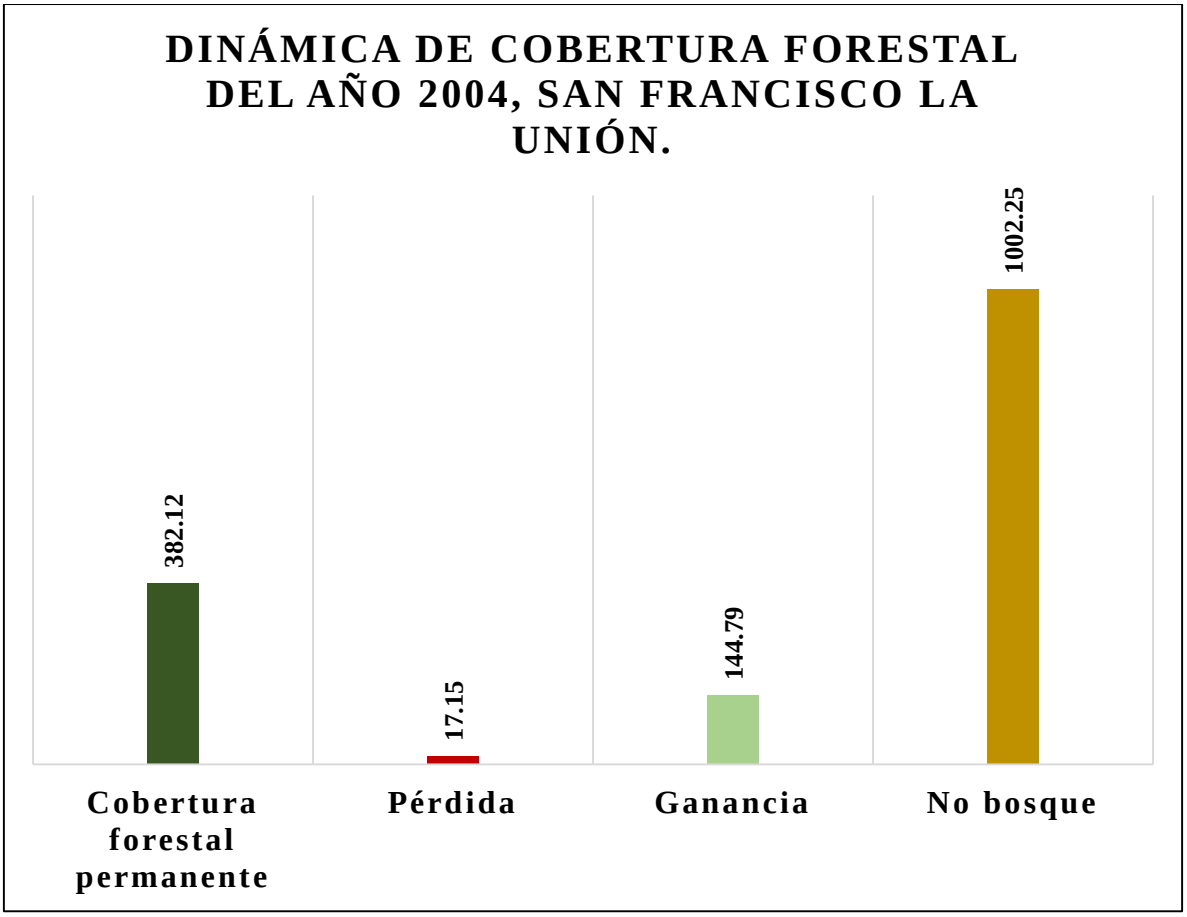
Para este año 2003 los entrevistados indicaron que, si hubo agrupaciones que monitorearon las áreas forestales, se evidencio que en las seis comunidades que conforma el municipio de San Francisco la Unión, los alcaldes auxiliares son la organización que más vela por los recursos forestales, para el caso del cantón Paxán, las organizaciones APROCAP (Asociación Promejoramiento del Cantón Paxán) y JOCOPA (Jóvenes Colaboradores Organizados de Paxán) son organización locales que apoyan a los alcaldes auxiliares en el monitoreo y control para el beneficio de los recursos naturales.

Así mismo indicaron los líderes comunitarios que la corporación municipal del periodo 2000-2004 aporto con recursos económicos para la implementación de proyectos de reforestación para las seis comunidades del municipio con el objetivo de mejorar la producción de áreas forestales.

## 4.3. Dinámica de cobertura forestal del año 2004

Durante el año 2004 se presentaron cambios de uso del suelo, la cobertura forestal permanente presento un área de 382.12 ha, indicando que se recuperó 3.71 ha, con respecto al año 2003 por lo tanto la pérdida de cobertura para este periodo es equivalente a 17.15 ha.

Por otra parte, la ganancia de cobertura para este periodo es equivalente a 144.79 ha, indicando un aumento de la ganancia de 0.58 ha, con respecto al año anterior 2003 por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) es igual a 526.91 ha para el periodo 2004. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 2:

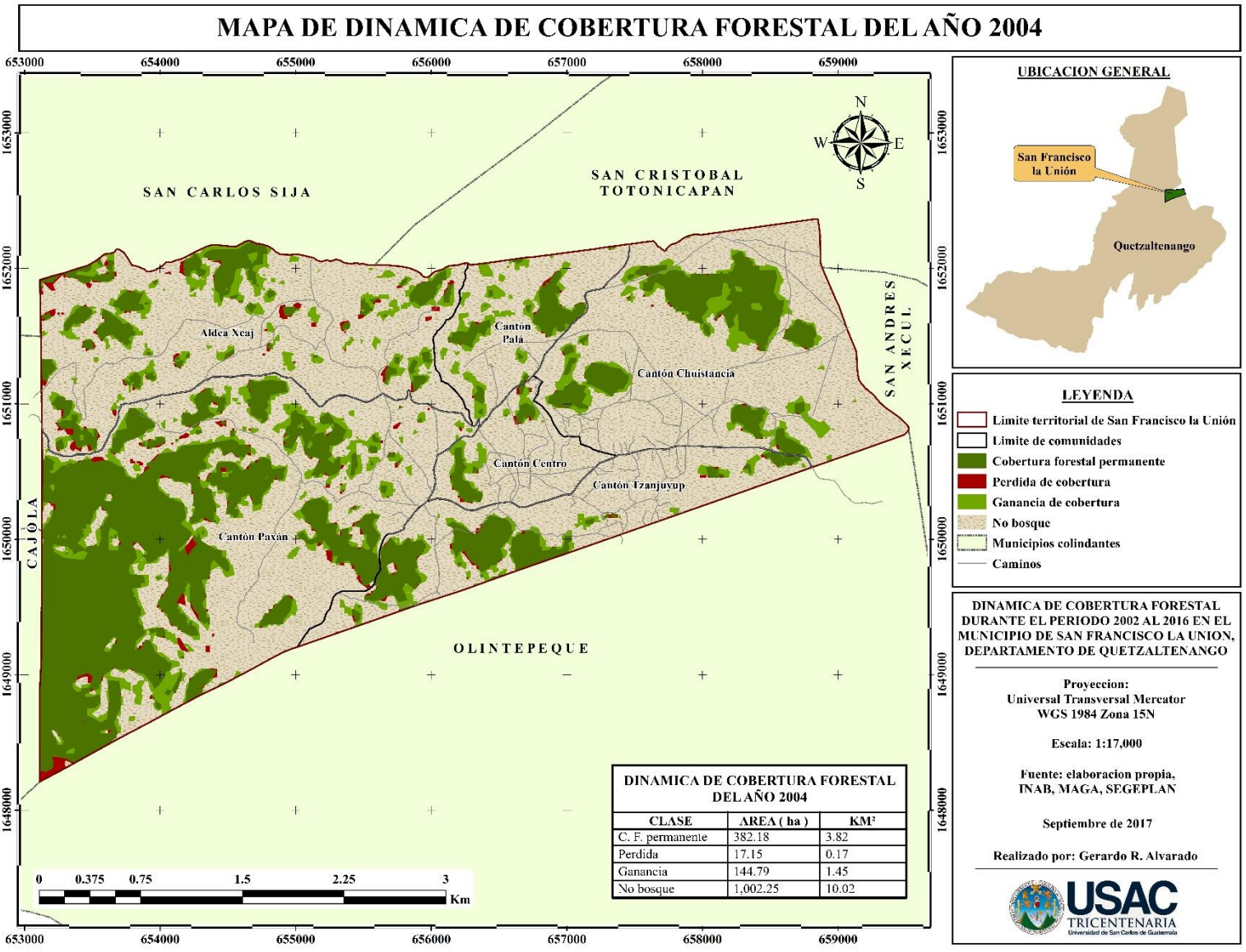



**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 2:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2004.

En la figura 8, se presenta la dinámica de cobertura forestal del año 2004, donde se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 1002.25 ha. Para este periodo se observa una disminución

de áreas de no bosque, generando aumento de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta una disminución de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en diversas áreas del bosque.




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Figura 8:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2004, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.3.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2004

#### *4.3.1.1 Problemas del cambio de uso*

Durante el año 2004 la pérdida de cobertura forestal fue ocasionada por tala inmoderada en diversas áreas forestales de distintas comunidades para uso de leña especialmente en el cantón Chuistancia. Durante este año también se manifestó por parte de los comunitarios que se generaron problemas de apropiación de áreas comunales.

#### *4.3.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para el año 2004 la municipalidad y las alcaldías auxiliares de los cantones Paxán, Palá, Tzanjuyup, Chuistancia y la Aldea Xeaj sancionaron a personas que extrajeron leña de los límites de los bosques comunales. Para el caso del centro el bosque comunal no fue monitoreado para dicho año.

#### *4.3.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para el año 2004 las cinco alcaldías auxiliares de las comunidades Paxán, Palá, Tzajuyup, Chuistancia y Xeaj realizaron actividades de monitoreo organizados por los guardabosques comunitarios. Los grupos comunitarias, organizaron monitoreos para minimizar el aumento de tala inmoderada del bosque comunal del cantón Paxán que representa la mayor área de bosque del municipio.

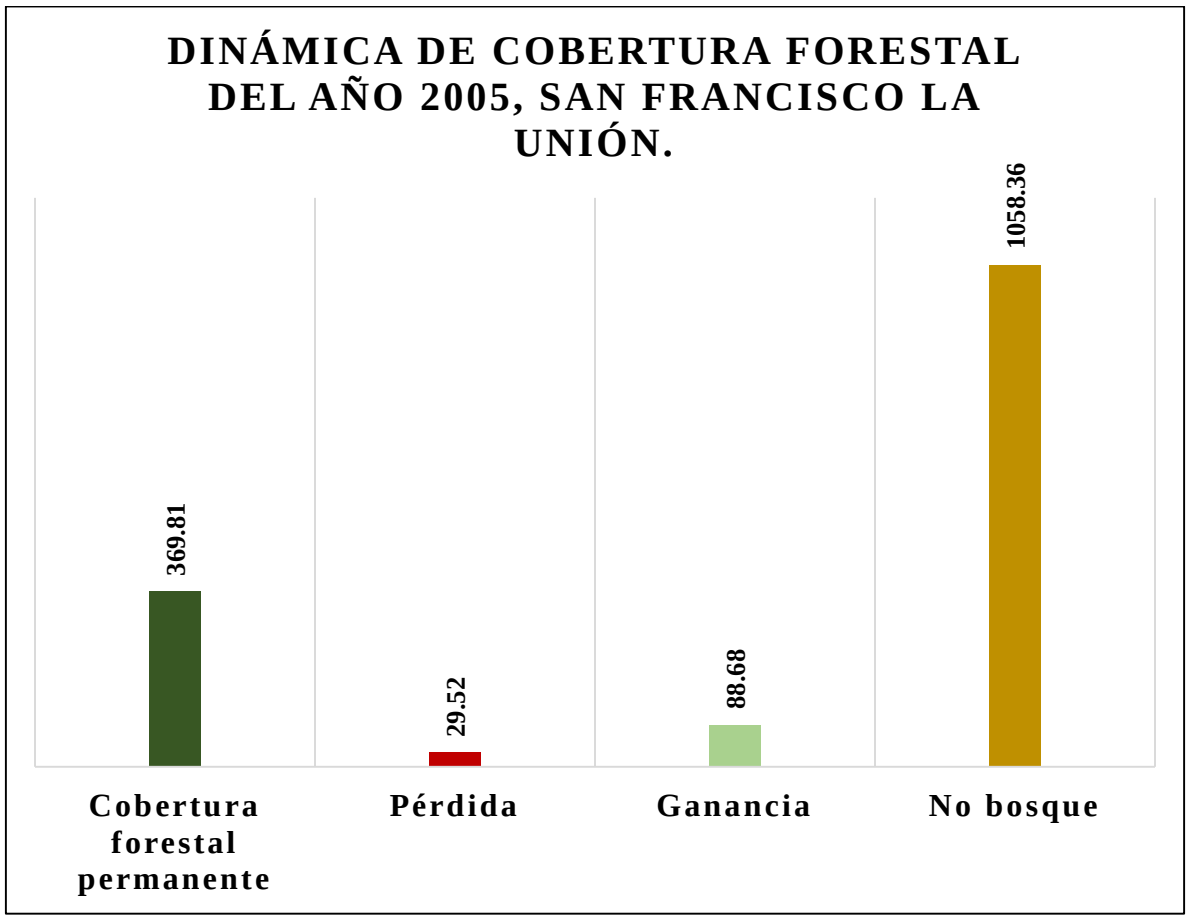
Así mismo indicaron la corporación municipal aporto con recursos económicos para la implementación de proyectos de reforestación para cinco comunidades: Paxán, Palá, Tzajuyup, Chuistancia y Xeaj municipio, a diferencia del año anterior, los comunitarios indicaron que, en el caso del Centro, la corporación municipal no apoyó con plántulas forestales debido que el cantón Centro tiene una cuerda de terreno de bosque comunal, argumentando que se ha reforestado la misma área en años anteriores.

## 4.4. Dinámica de cobertura forestal del año 2005

Durante el año 2005 se generaron cambios de uso principalmente en la cobertura forestal permanente que presento un área de 369.81 ha, indicando que se perdió 12.37 ha de bosque permanente con respecto al año 2004, generando un aumento de áreas de perdida de cobertura equivalente a 29.52 ha.

Por otra parte, al realizar la comparación de la ganancia de cobertura con el año anterior 2004, el año 2005 presenta un área de 88.68 ha que indica una disminución de áreas de ganancia equivalente a 56.11 ha por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal

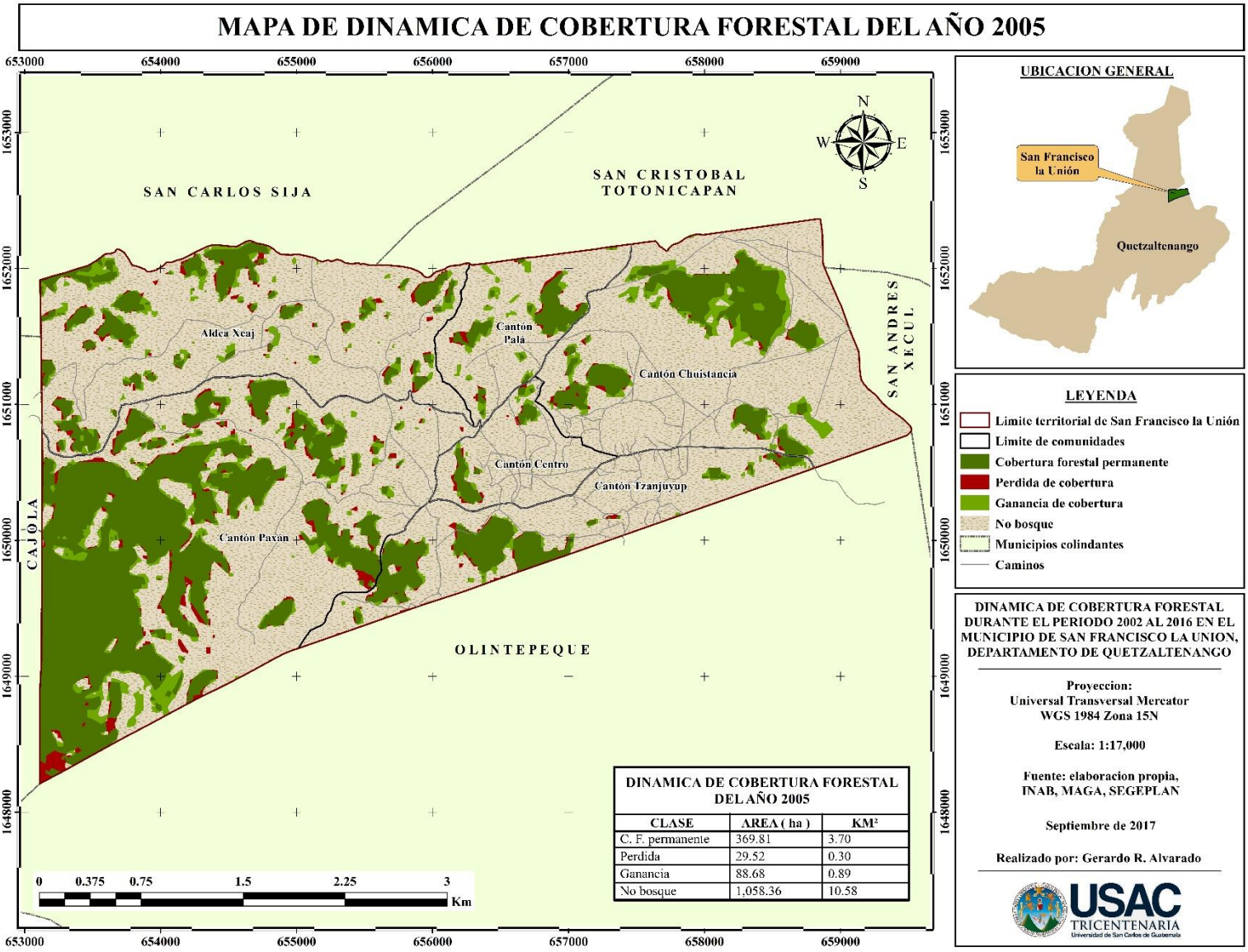
permanente + ganancia) del periodo 2005 es igual a 458.49 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 3:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 3:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2005.

En la figura 9 se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2005, donde se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 1058.36 ha, para este periodo se observa un aumento de áreas de no bosque, generando disminución de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento de áreas pérdidas de bosque (representadas en color rojo) afectando la cobertura forestal permanente.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 9:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2005, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.4.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2005

#### *4.4.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para el año 2005 la pérdida de cobertura forestal permanente fue ocasionada por tala inmoderada en diversas áreas forestales del municipio. Para este periodo los comunitarios del cantón Paxán, se registró para ese año un incendio forestal en algunas que colindan con Cajolá y Olintepeque según indicaron los líderes comunitarios del cantón Paxán, así mismo

agregaron que para este periodo se registraron problemas de invasión de áreas en dicha comunidad.

#### *4.4.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para el año 2005 hubo monitoreo de áreas por parte de la municipalidad y las alcaldías auxiliares de los diferentes cantones del municipio. Para el caso del cantón Paxán, el COCODE y los alcaldes auxiliares lograron alertar a las instituciones como el SIPECIF sobre las áreas de incendio que se generaron en los bosques cercanos al mojón del municipio.

#### *4.4.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

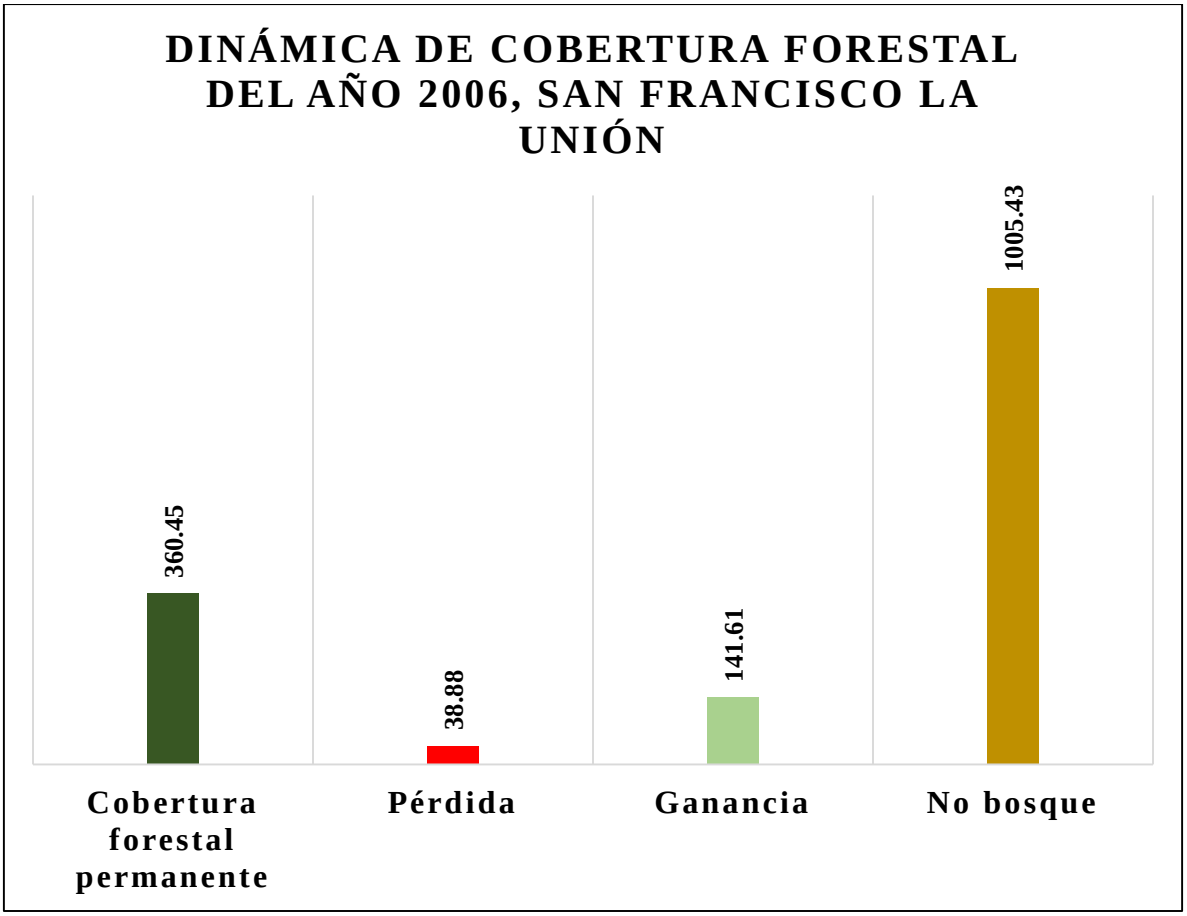
Para el año 2005 se logró sofocar el incendio por apoyo de instituciones como el MARN y SIPECIF evitando mayores pérdidas de recurso forestal. La iglesia católica aporto en las áreas de Chuistancia, Tzanjuyup y Paxán con actividades de reforestación, no se obtuvo el dato exacto del aporte realizado por la iglesia católica para este periodo.

Así mismo indicaron la corporación municipal del periodo 2004-2008 aporto con recursos económicos para la implementación de proyectos de reforestación para cinco comunidades: Paxán, Palá, Tzajuyup, Chuistancia y Xeaj municipio, de igual manera que en el periodo anterior no se aportó para el cantón Centro por la poca área forestal que representa.

## 4.5. Dinámica de cobertura forestal del año 2006

De acuerdo con los resultados analizados, para el año 2006 la cobertura forestal permanente presento un área de 360.45 ha, indicando que se perdieron 9.36 ha en comparación con respecto al año 2005, así mismo la perdida forestal de las áreas permanentes llego a presentar una extensión superficial de 38.88 ha.

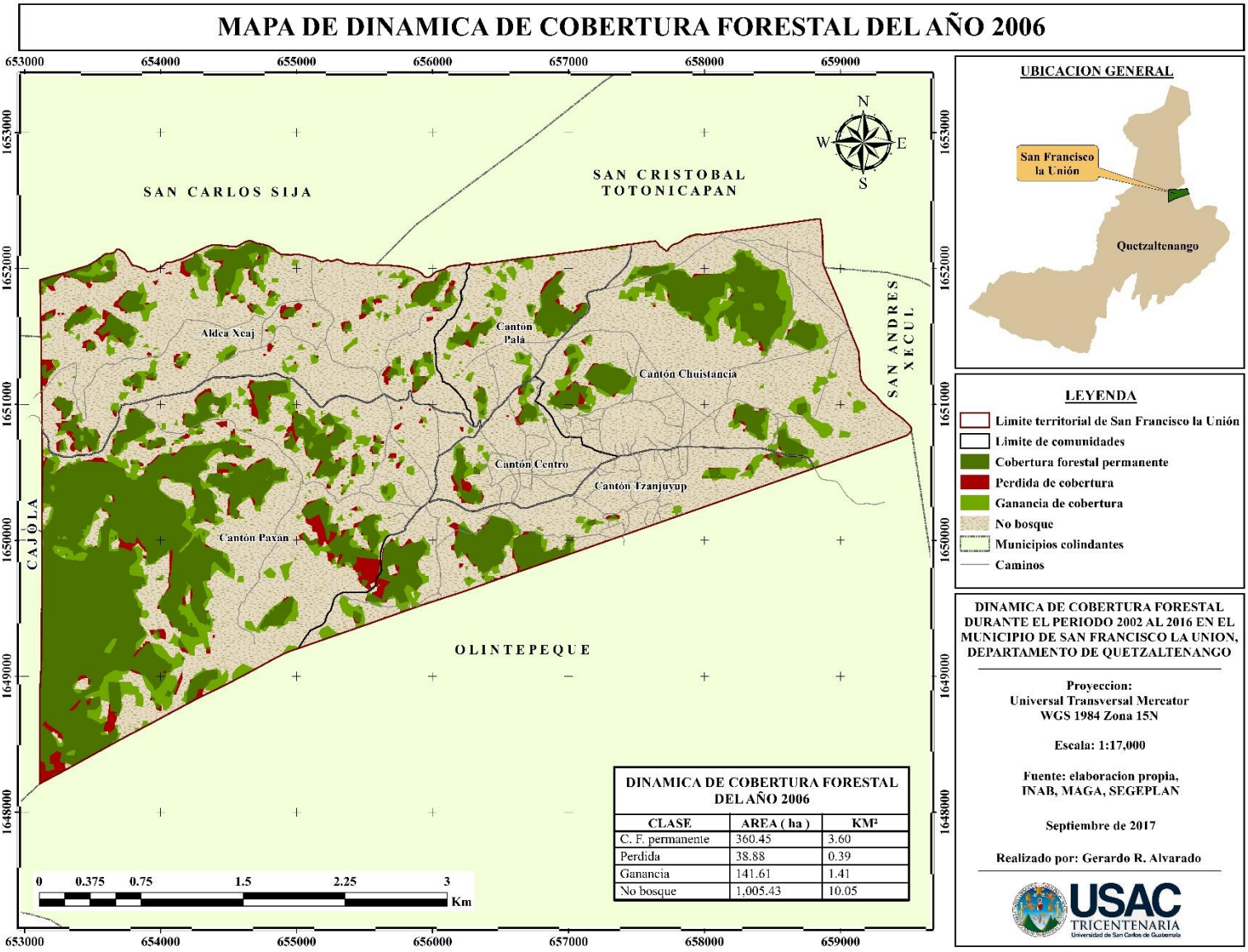
Por otra parte, comparando la ganancia de cobertura del año anterior 2005, podemos determinar que para el año 2006 la ganancia de cobertura mejoró llegando a obtener un área de 141.61 ha, indicando un aumento de 52.93 ha de bosque por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2006 llego a 502.06 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 4:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 4:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2006.

En la figura 10 se presenta la dinámica de cobertura forestal del año 2006, donde se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 1005.43 ha, para este periodo se observa una disminución de áreas de no bosque, generando aumento de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento superficial de pérdidas forestal (representadas en color rojo) en diversas áreas que se pueden apreciar en la figura indicada con anterioridad.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 10:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2006, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.5.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2006

#### *4.5.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para el año 2006 la pérdida de cobertura forestal permanente fue ocasionada por tala excesiva en diversas áreas forestales del municipio en especial en las áreas del cantón Paxán, con el fin de apropiarse de áreas para fines agrícolas. Así mismo este periodo siguió registrando casos de plaga de plaga de gorgojo (dendroctonus adjuntus) en algunas áreas del cantón Paxán y parte del cantón Tzanjuyup, la predominancia de coníferas en estas áreas es la

principal afectada y que a causa de estos problemas la municipalidad y los líderes comunitarios han optado por talar las especies forestales infectadas.

#### *4.5.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para el año 2006 hubo monitoreo de áreas por parte de la municipalidad y las alcaldías auxiliares de los diferentes cantones del municipio, así mismo el INAB para este periodo sugirió a las autoridades municipales realizar los trámites de permiso de tala para consumos familiares mitigando el impacto generado por la tala inmoderada.

#### *4.5.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

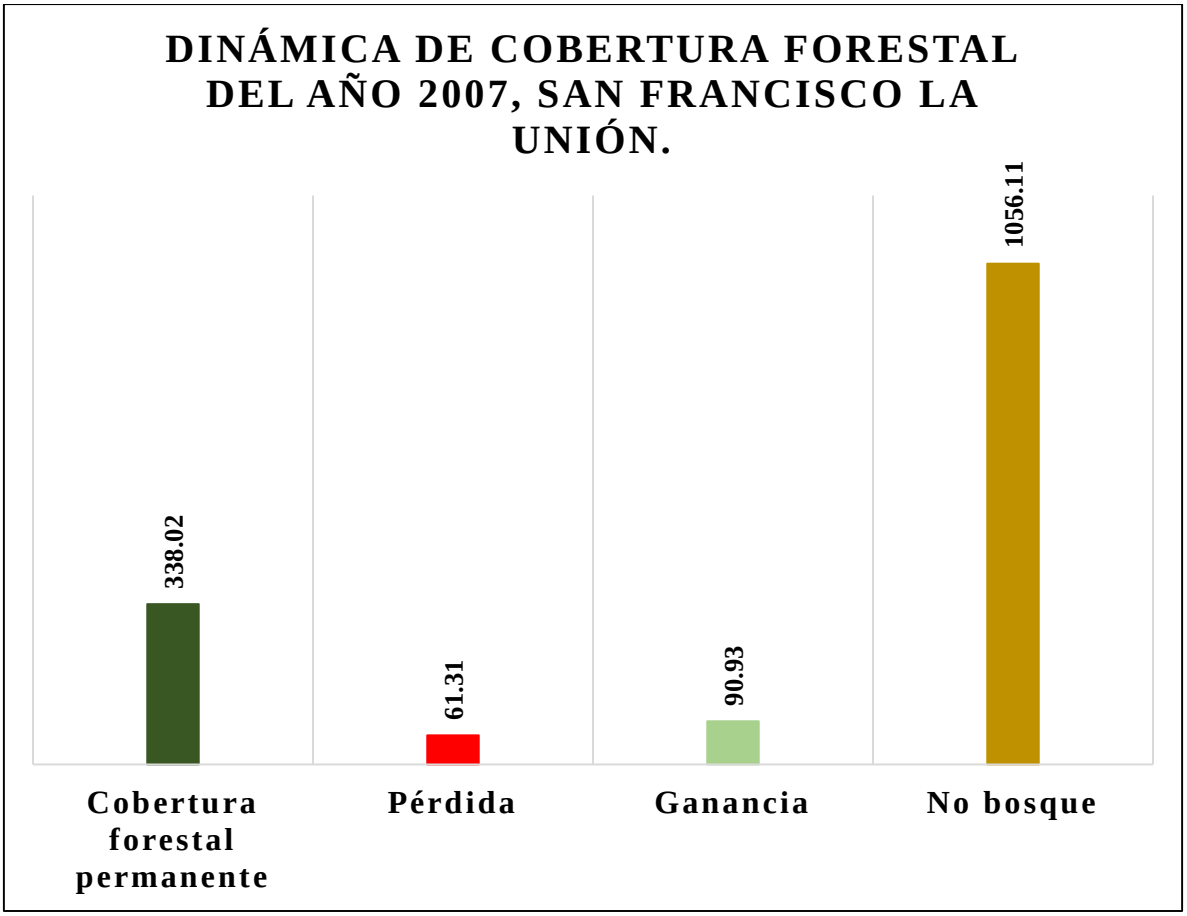
Para el año 2006 los comunitarios del cantón Paxán, talaron los arboles infectados de plaga de gorgojo, beneficiándose de los productos forestales para consumo de leña.

Así mismo la corporación municipal del periodo 2004-2008 aporto con recursos económicos para la implementación de proyectos de reforestación que fueron destinados para el cantón Paxán debido a las altas tasas de deforestación que sufrió en este periodo.

## 4.6. Dinámica de cobertura forestal del periodo 2007

Durante el año 2007, se presentaron cambios de uso del suelo, la cobertura forestal permanente presentó un área de 338.02 ha, indicando que se perdió 22.43 ha con respecto al año 2006, por lo tanto, la pérdida de cobertura llego a obtener un área total de 61.31 ha, deteriorando nuevamente para dicho año las áreas de cobertura forestal permanente.

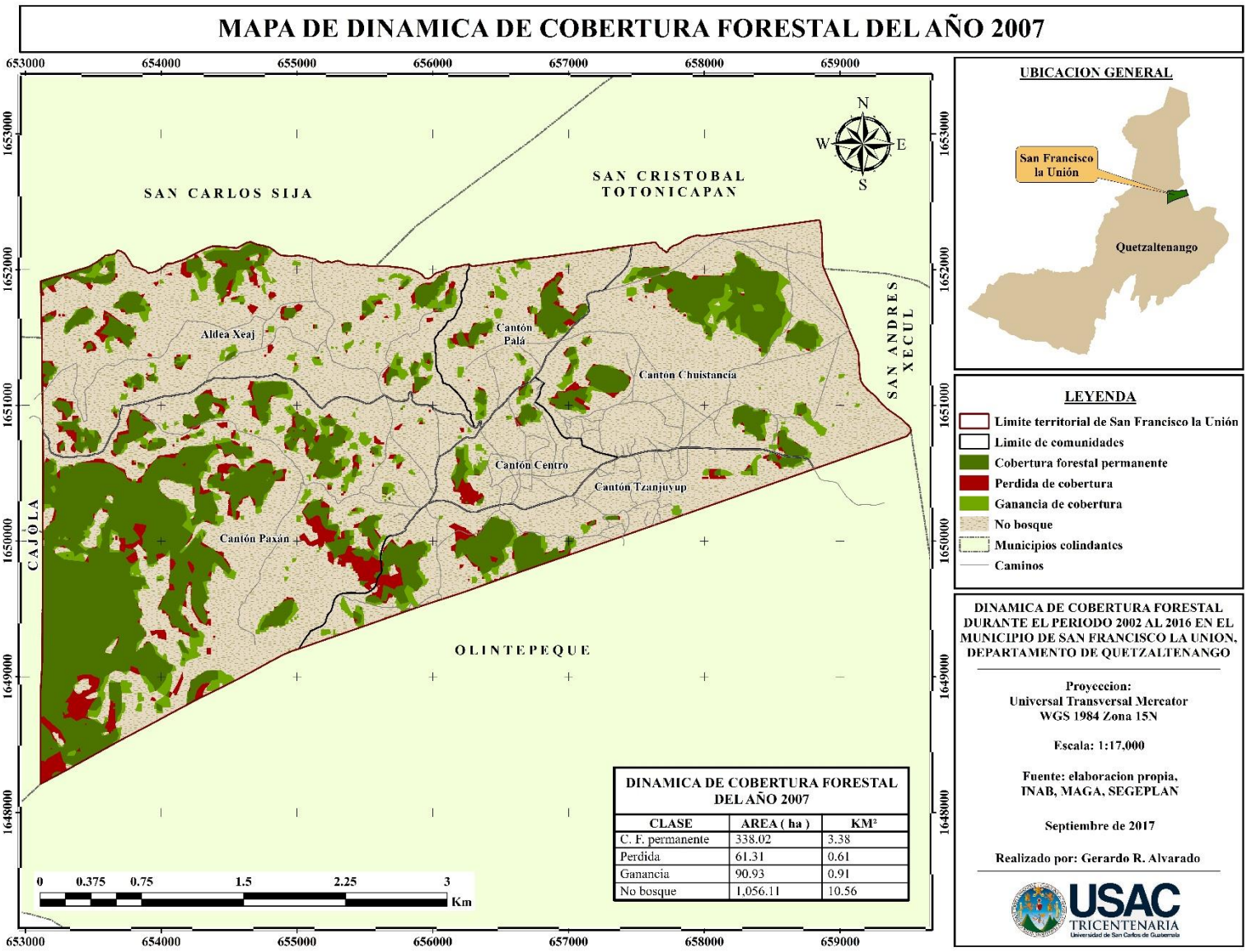
Por otra parte, comparando la ganancia de cobertura del año 2006, se determinó que para el año 2007 la ganancia disminuyó nuevamente llegando a tener un área de 90.93 ha, indicando que hubo una disminución de 50.68 hectáreas de bosque por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2007 fue equivalente a 428.95 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 5:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 5:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2007.

En la figura 11, se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2007, donde se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 1056.11 ha, para este periodo se observa un aumento de áreas de no bosque, generando disminución de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento constante de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) afectando los bosques permanentes.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 11:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2007, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.6.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2007

#### *4.6.1.1 Problemas del cambio de uso*

Como se refleja en los años anteriores para el año 2007 la pérdida de cobertura forestal permanente siguió influenciada por tala excesiva en diversas áreas forestales del municipio, en este caso existió una distribución similar del índice de las talas en todas las comunidades a excepción del cantón Paxán que fue donde más pérdida de bosque hubo para este año. De

igual manera los bosques del cantón Paxán siguieron registrando casos de plaga de plaga de gorgojo (dendroctonus adjuntus) en este caso la plaga se extendió en las partes bajas de dicha comunidad Paxán al igual que algunas áreas del cantón Tzanjuyup cercanas a las áreas de foco de infección de los bosques de conífera del cantón Paxán.

#### *4.6.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para el año 2007 hubo monitoreo de áreas por parte de la municipalidad y las alcaldías auxiliares de los diferentes cantones del municipio, en el caso del cantón Paxán, se organizaron para poder combatir y eliminar los focos de incidencia de plaga de gorgojo del pino.

#### *4.6.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

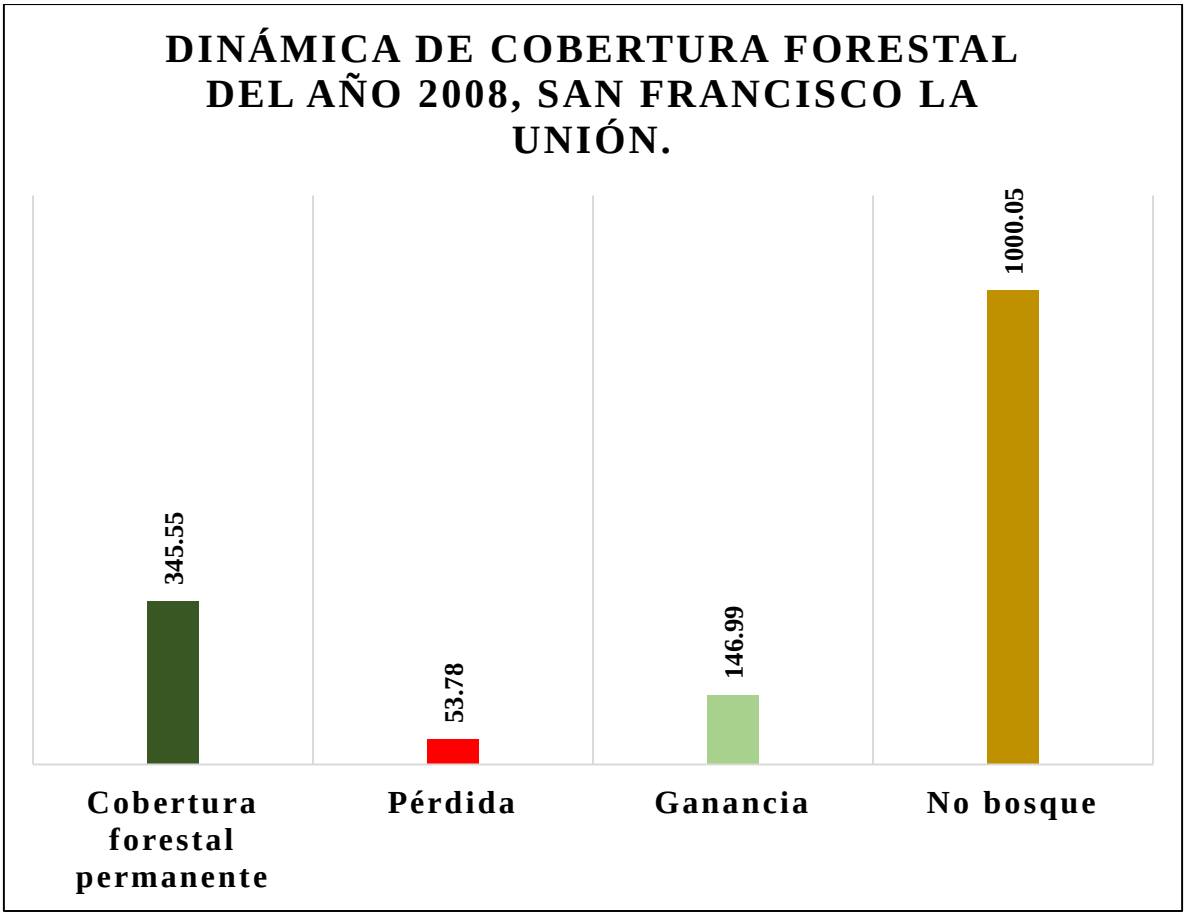
Durante el año 2007 a causa de la generación de plaga de gorgojo ocurrido en el 2006 los comunitarios del cantón Paxán, continuaron con la tala los arboles infectados de plaga de gorgojo, el uso de los arboles quedo a disposición de la comunidad.

Así mismo la corporación municipal del periodo 2004-2008 aporto con recursos económicos para la implementación de proyectos de reforestación que fueron destinados para el cantón Paxán, Tzanjuyup y algunas áreas de Xeaj estas acciones fueron para mitigar el impacto generado por extracción de leña por la plaga del gorgojo.

## 4.7. Dinámica de cobertura forestal del año 2008

Durante el año 2008, la cobertura forestal permanente presentaba un área de 345.55 ha, indicando que mejoro 7.53 ha con respecto al año 2007, así mismo, la pérdida de cobertura disminuyó para este periodo generando una pérdida de cobertura de 53.78 ha.

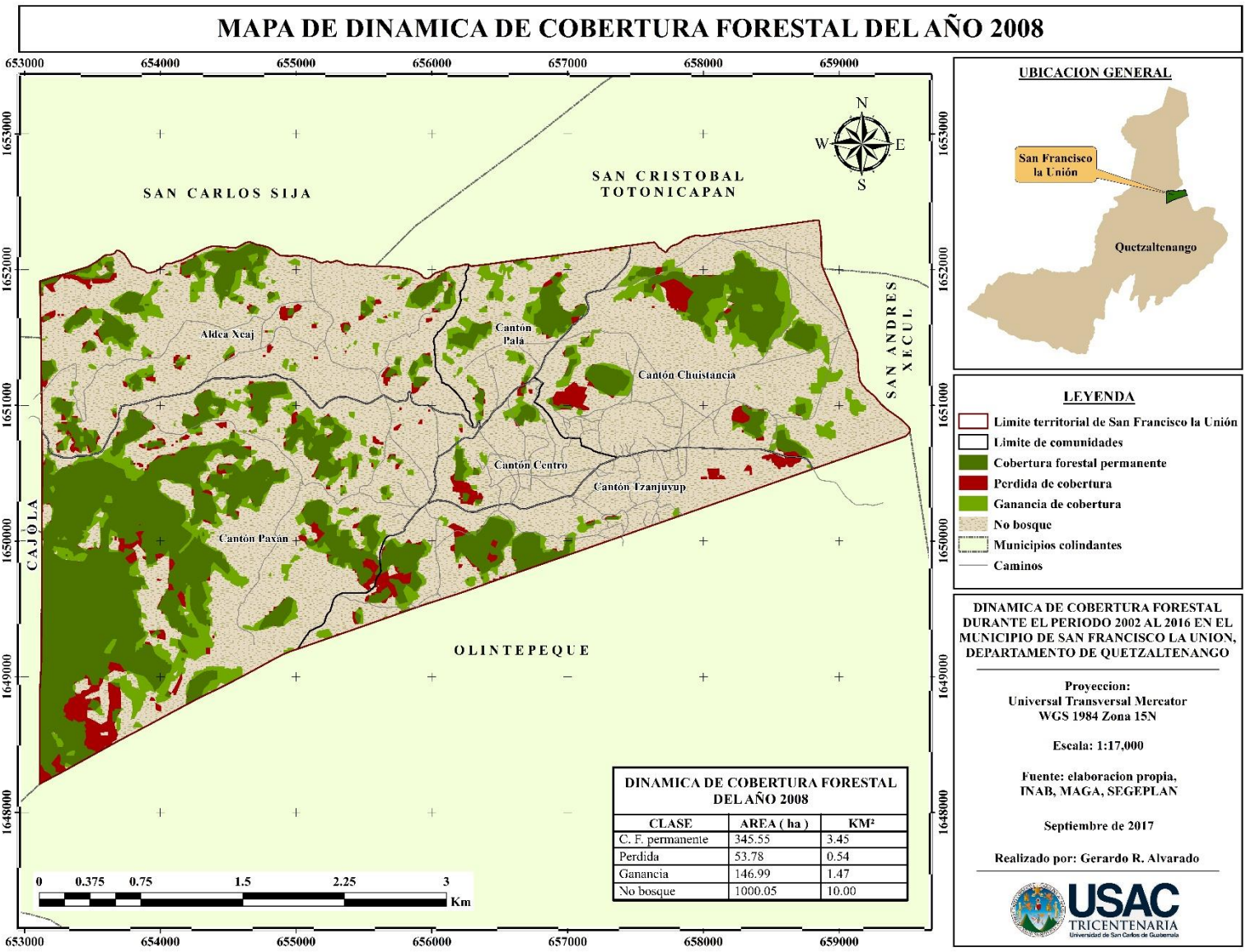
Por otra parte, se determina que para el periodo 2008 la ganancia de cobertura aumentó 146.99 hectáreas, indicando mejoras equivalentes a 56.06 ha de bosque por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2008 llego a obtener un área de 492.54 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 6:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 6:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2008.

En la figura 12, se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2008, donde se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 1000.05 ha, para este periodo se observa una disminución de áreas de no bosque, generando aumento de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta una disminución de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) mejorando la situación forestal del municipio.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 12:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2008, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.7.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2008

#### *4.7.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para el año 2008 la pérdida de cobertura forestal permanente siguió influenciada por tala excesiva en diversas áreas forestales del municipio tomando en cuenta las seis comunidades. Para el caso de Paxán obtuvo problemas de incidencia de plaga de gorgojo de pino, de igual manera la plaga del gorgojo del pino estuvo presente en el cantón Chuistancia deteriorando diversas áreas de bosque de la comunidad, sumados a este problema se encuentra Palá y Xeaj

que presentaron problemas de plaga de gorgojo para dicho periodo, en la figura (12) anterior se puede apreciar las áreas marcadas en rojo presentan incidencia de plaga para el caso de Chuistancia.

#### *4.7.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Durante el año 2008 se consideró que de la corporación municipal 2008-2012 se interesaron en la conservación y recuperación de bosques, ya que se gestionaron apoyo técnico para la mitigación y manejo de las áreas con incidencia de gorgojo.

#### *4.7.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

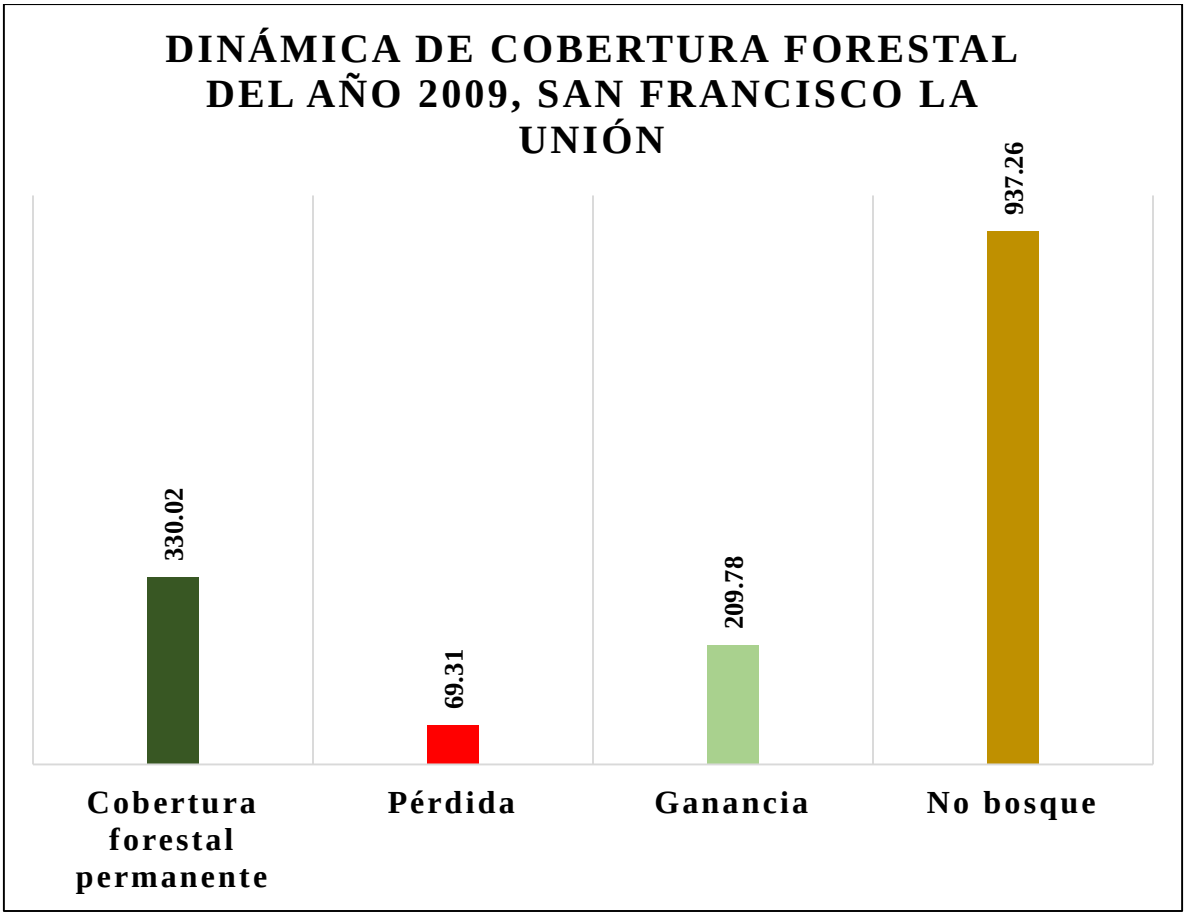
Para el año 2007 Helvetas realizo la gestión del manejo de plan de saneamiento forestal según datos del expediente No. 61-131-1.2.2008 consignado en las oficinas de INAB Subregión VI-1, son 88.57 ha de bosque afectado y manejado (HELVETAS-INAB, 2008). El cual tuvo como objetivo sanear las especies forestales afectadas por plaga de gorgojo del pino y realizar el compromiso de reforestación en dichas áreas para su recuperación.

La corporación municipal de este periodo gestiono recursos para poder implementar proyectos de reforestación en las áreas dañadas por la plaga de gorgojo.

### 4.8. Dinámica de cobertura forestal del año 2009

Durante el año 2009 se presentó cambios en la cobertura forestal permanente obteniendo un área de 330.02 ha, indicando que disminuyo a 15.53 ha con respecto al año 2008, así mismo para este periodo se generó un aumento en la pérdida de cobertura forestal equivalente a 69.31 ha.

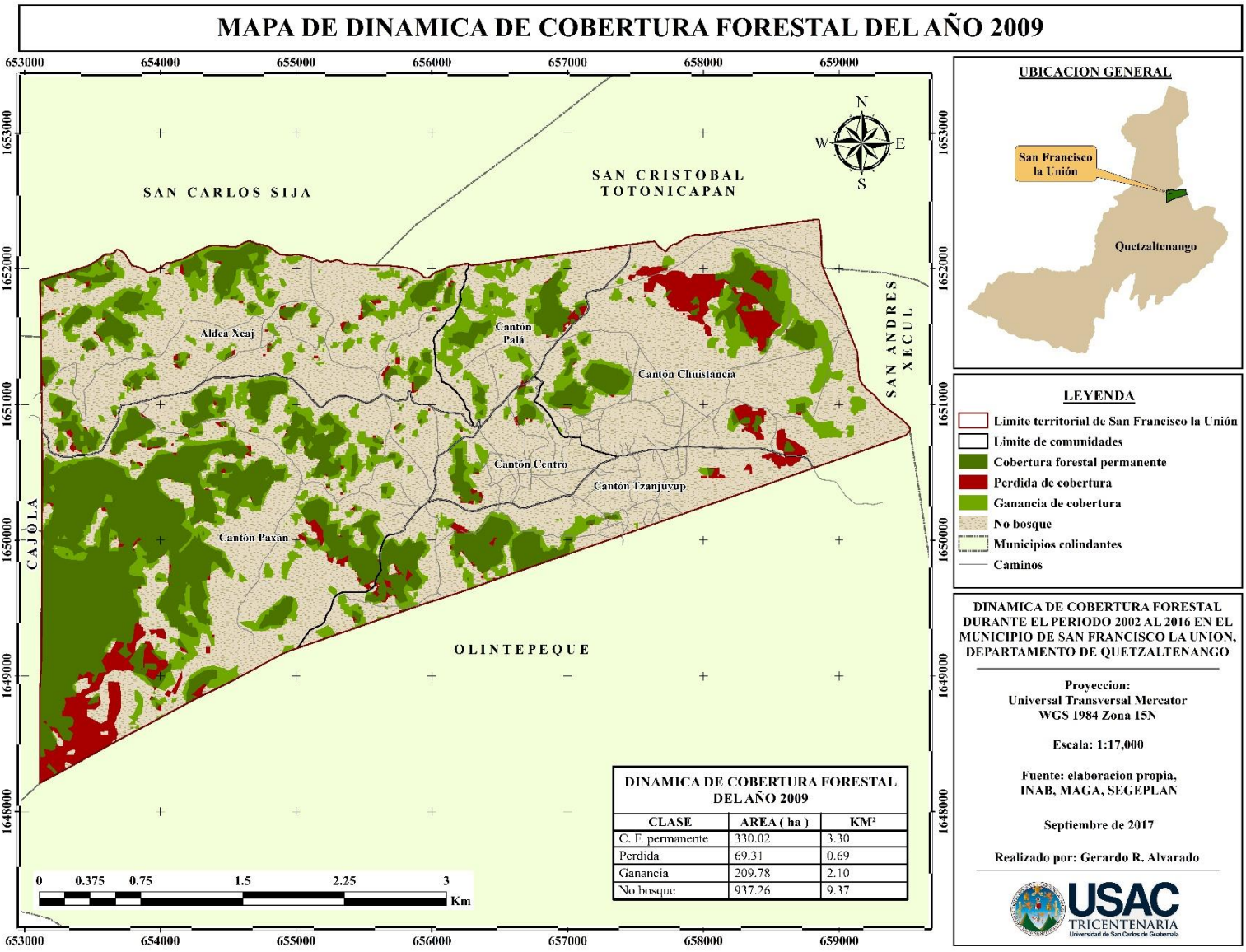
Por otra parte, la ganancia de cobertura para este periodo es equivalente a 209.78 ha, indicando mejoras en la ganancia de 62.79 ha, para este caso el cantón Palá generó áreas de bosque por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el año 2009 es igual a 539.80 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 7:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 7:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2009.

En la figura 13, se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2009, donde se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 937.26 ha, para este periodo se observa una disminución constante de áreas de no bosque, generando aumento consecutivo de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento consecutivo de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) principalmente en dos áreas que se puede observar en la figura indicada.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 13:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2009, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.8.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2009

#### *4.8.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para el año 2009, la pérdida de cobertura forestal permanente sigue siendo afectada por tala en diversas áreas forestales del municipio tomando en cuenta las seis comunidades. Para el caso de Paxán siguió generándose problemas de incidencia de plaga de gorgojo de pino, de igual manera la plaga del gorgojo del pino estuvo presente en el cantón Chuistancia

deteriorando más áreas de bosque de la comunidad, así mismo siguió afectado el cantón Palá por el tema de la plaga, los comunitarios de Xeaj afirmaron que este periodo fue el último año en que fueron afectados por la plaga de gorgojo afectándoles un aproximado de 150 cuerdas de terreno.

En la figura anterior se aprecia la extensión de la pérdida de cobertura forestal permanente en el cantón Chuistancia siendo un área similar al área afectada en Paxán.

#### *4.8.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Durante el año 2009, la corporación municipal 2008-2012 siguió con la gestión y monitoreo de las áreas afectadas por la plaga del gorgojo, la corporación municipal para este periodo decidió vender la madera extraída del cantón Chuistancia para obtener recursos e invertir para el mejoramiento de los bosques afectados por la plaga.

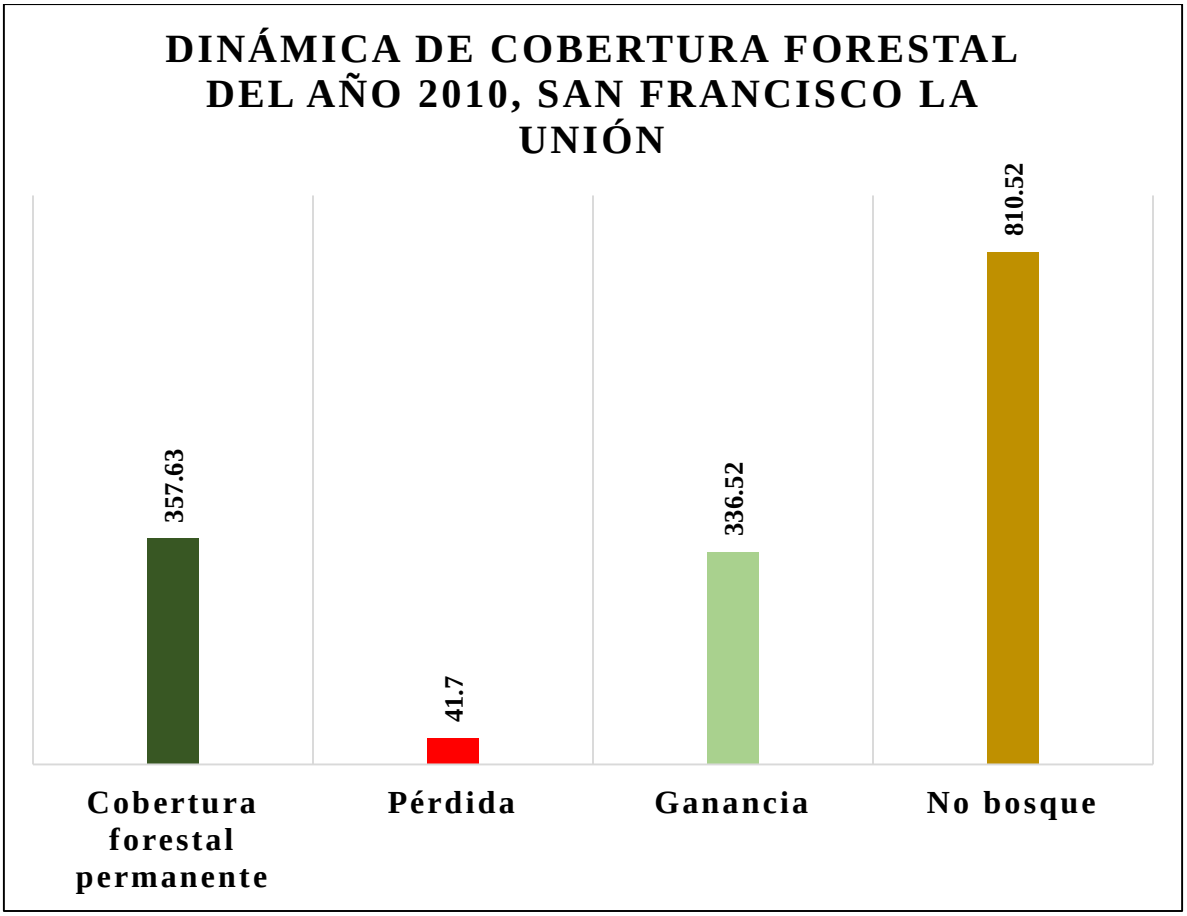
#### *4.8.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para el año 2009 Helvetas dio seguimiento de la ejecución del proyecto del manejo de plan de saneamiento forestal así mismo mediante un convenio con la municipalidad aporto para dicho periodo con plantas forestales para la implementación de proyectos de reforestación en las áreas dañadas por el gorgojo del pino.

## 4.9. Dinámica de cobertura forestal del año 2010

Durante el año 2010 la cobertura forestal permanente presentaba un área de 357.63 ha, es decir que mejoró dicha cobertura en 27.61 ha con respecto al año 2009, así mismo se generó una disminución de áreas de perdida de cobertura, llegando a tener un equivalente a 41.70 ha, indicando que hubo mejoras en las áreas forestales.

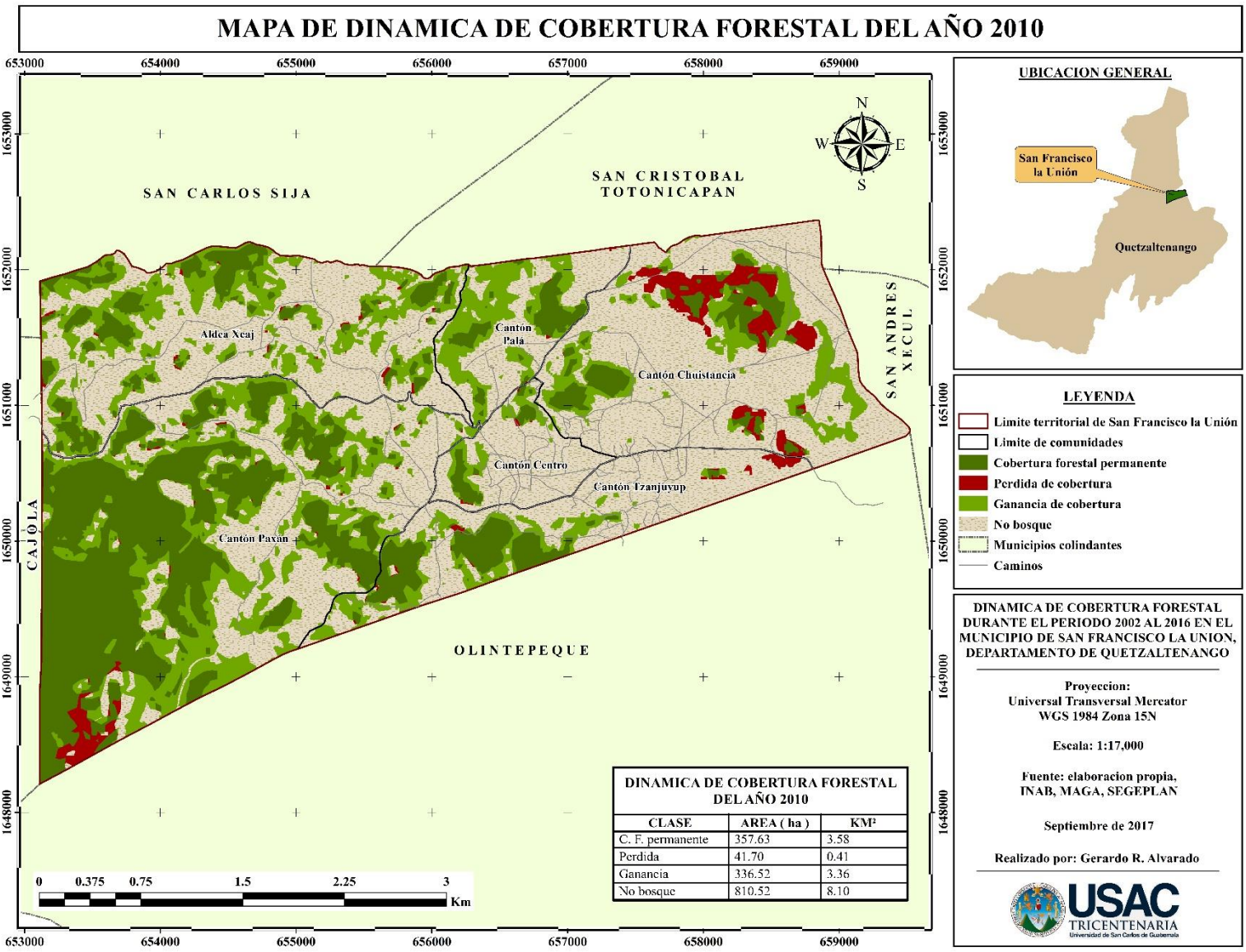
Por otra parte, comparando la ganancia de cobertura del año anterior, podemos determinar que para el año 2010 la ganancia de cobertura aumento considerablemente a 336.52 ha, es decir hubo una mejora equivalente a 126.74 ha de bosque siendo esta la causa de la generación de nuevas áreas de bosque en los cantones Paxán y Xeaj tomando en cuenta las áreas generadas por el cantón Palá, por lo tanto la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2010 llego a tener un máximo de 694.15 ha, mejorando considerablemente la situación forestal del municipio de San Francisco la Unión. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 8:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 8:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2010.

En la figura 14 se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2010, se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 810.52 ha, para este periodo se observa una disminución de áreas de no bosque, generando aumento consecutivo de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta disminución de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) mejorando los índices de recuperación de bosques permanentes.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 14:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2010, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.9.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2010

#### *4.9.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para el año 2010, la pérdida de cobertura forestal permanente sigue siendo afectada por tala en diversas áreas forestales del municipio. Para el caso de Paxán siguió generándose problemas de incidencia de plaga de gorgojo de pino, aunado a este problema los comunitarios manifestaron de problemas de sobrepoblación de Tusas (Geomyidae) que fue más frecuente en este periodo evitando el crecimiento de árboles por regeneración artificial

y natural, Para el caso del cantón Chuistancia el problema de plaga por gorgojo sigue deteriorando más áreas de bosque de la comunidad. Para el caso de Tzanjuyup este periodo sus bosques comunales y privados fueron atacados por la plaga del gorgojo en algunas áreas ubicadas en la entrada principal del municipio

En el mapa anterior se aprecia la extensión de la pérdida de cobertura forestal permanente en el cantón Chuistancia siendo un área similar al área afectada en Paxán.

#### *4.9.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Durante el año 2010 la corporación municipal 2008-2012 identifico otros focos de plaga de gorgojo en áreas del municipio gestionando el manejo con Helvetas y con apoyo del INAB.

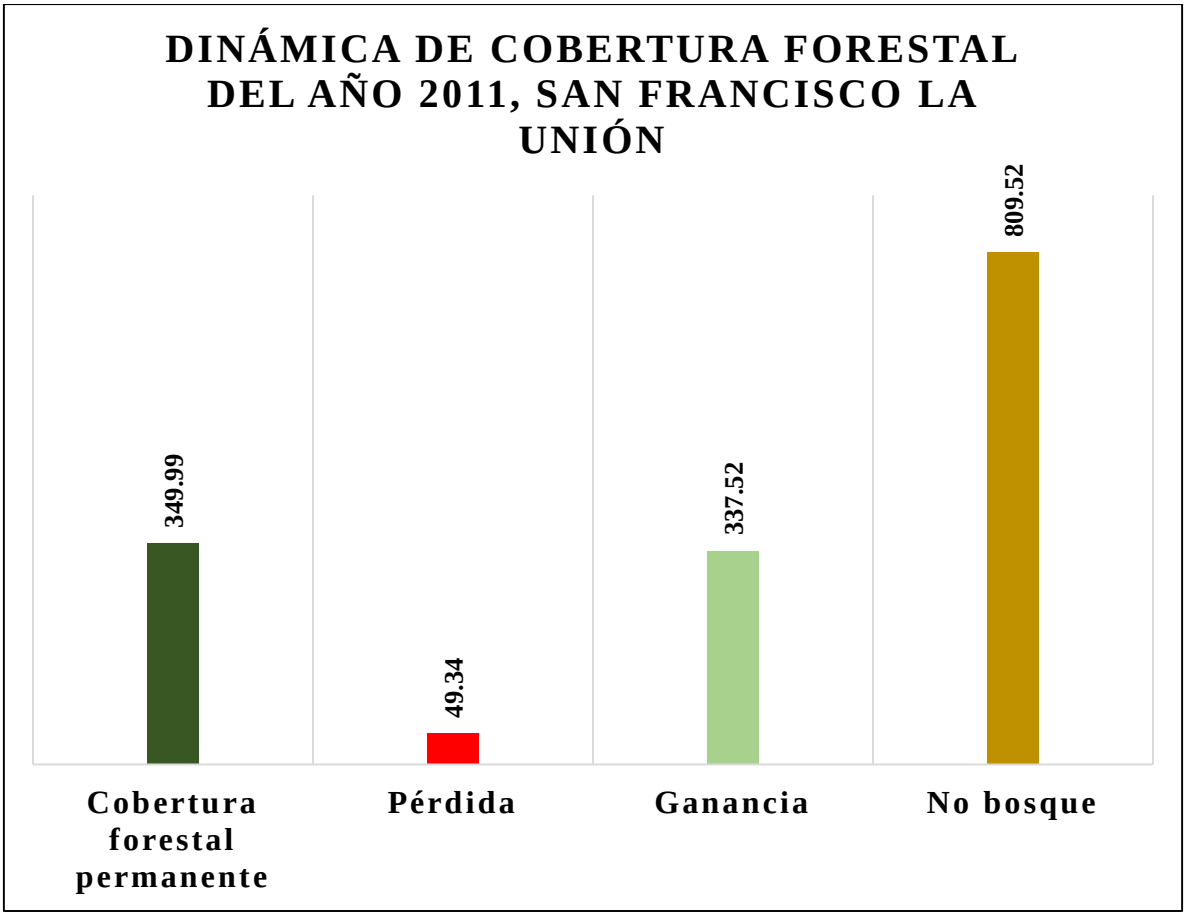
#### *4.9.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para el año 2010 Helvetas dio seguimiento de la ejecución del proyecto del manejo de plan de saneamiento forestal y agrego al plan las áreas afectadas en el cantón Tzanjuyup para dicho año la municipalidad en conjunto con la pastoral social del municipio donó especies forestales para reforestar las áreas dañadas de plaga de gorgojo en el cantón Tzanjuyup.

## 4.10. Dinámica de cobertura forestal del año 2011

Durante el año 2011, se presentaron cambios de uso de suelo, la cobertura forestal permanente presentó un área de 349.99 ha, indicando que hubo perdida equivalente a 7.64 ha con respecto al año 2010, por lo tanto, la pérdida de cobertura para este periodo es equivalente a 49.34 ha.

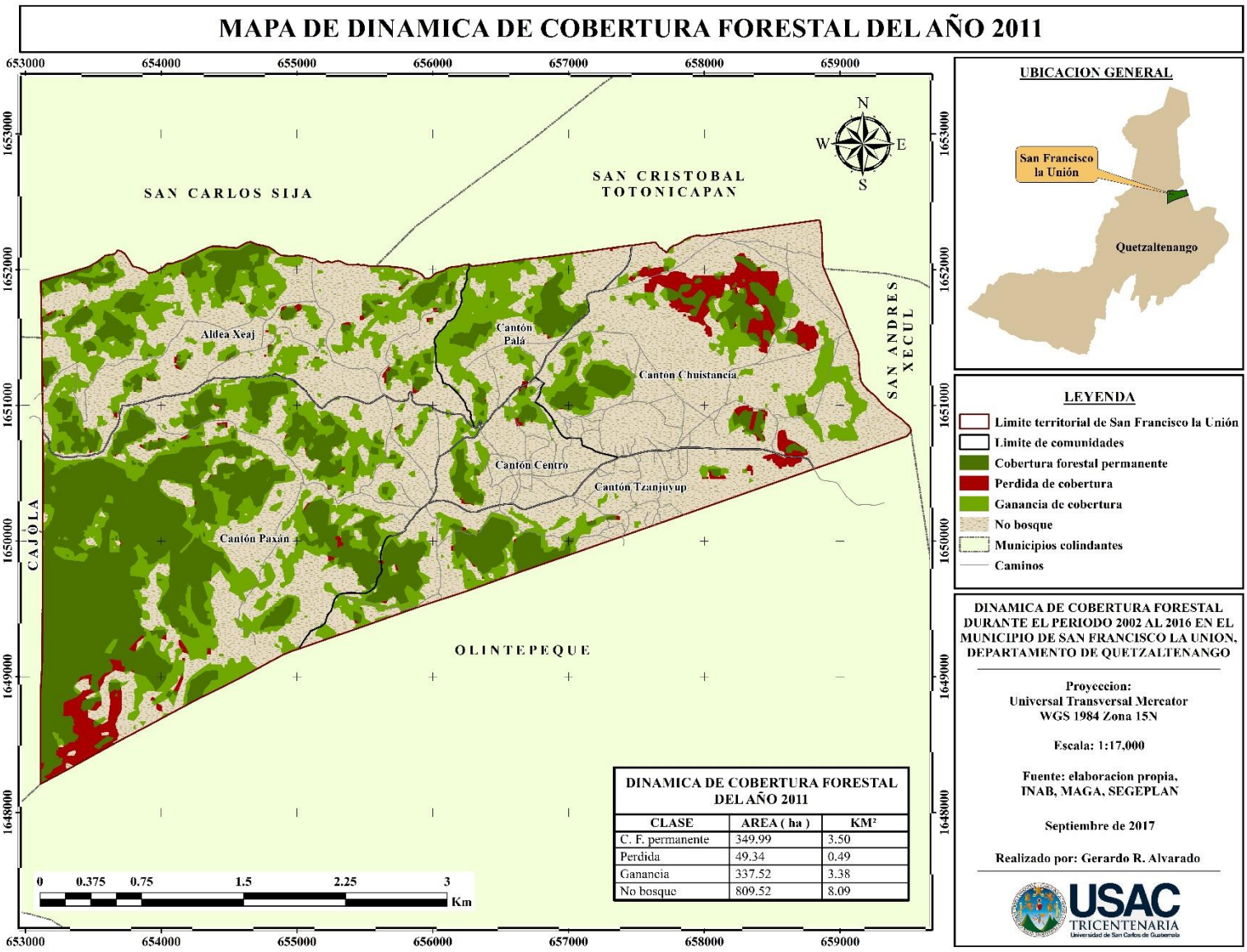
Por otra parte, la ganancia de cobertura para este periodo es equivalente a 337.52 ha, indicando un aumento mínimo de 1 hectárea, con respecto al año anterior 2010 por lo tanto, la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2011 fue de 687.51 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 9:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 9:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2011.

En la figura 15, se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2011 se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 809.52 ha, para este periodo se observa una disminución consecutiva de áreas de no bosque, así mismo generando aumento de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en diversas áreas de la cobertura forestal permanente del municipio.




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Figura 15:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2011, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.10.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2011

#### *4.10.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para el periodo 2011 fue el último periodo en que Paxán fue afectado por la incidencia de plaga forestal del gorgojo del pino afectando aproximadamente 50 hectáreas de bosque según indicaron los líderes comunitarios. Para el caso del cantón Chuistancia el problema de plaga por gorgojo sigue deteriorando más áreas de bosque de la comunidad. Mientras que en Tzanjuyup siguieron talando especies forestales por el problema de plaga de gorgojo.

En el mapa anterior se aprecia que no hubo variaciones significativas en cuanto al cambio de uso actual para el periodo 2011, mientras tanto para este periodo sigue prevaleciendo el problema de tala ilícita en diversas áreas de los bosques del municipio.

#### *4.10.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para el año 2011, Helvetas apoyo con la creación de la Oficina Forestal Municipal del municipio de San Francisco la Unión, con el fin de crear una dependencia municipal con el fin de controlar, manejar y monitorear los bosques municipales, de igual manera para ese mismo año Helvetas creo el vivero forestal municipal con el fin de incentivar a la municipalidad en invertir recursos para producir, vender y utilizar los recursos creados y derivados de dicho vivero.

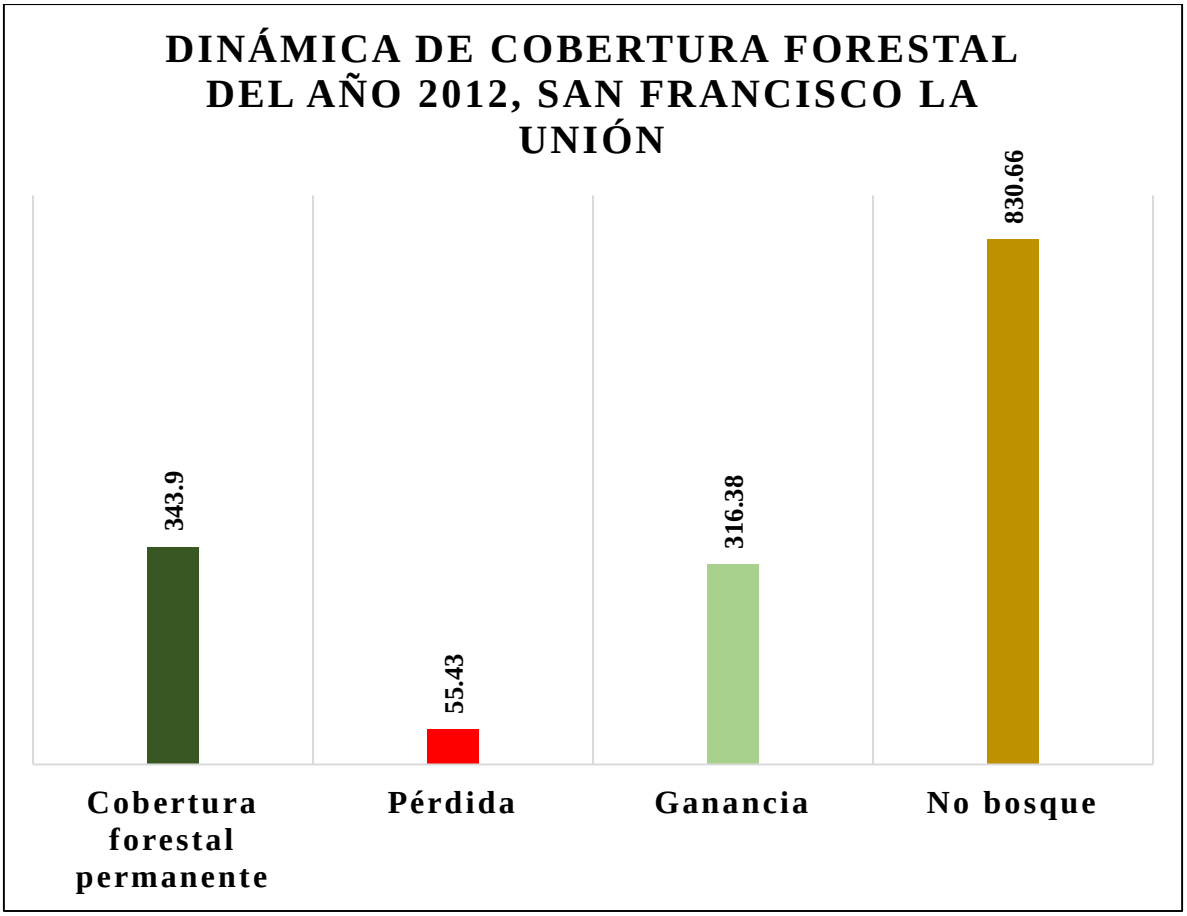
#### *4.10.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para este mismo periodo Helvetas siguió con la planificación del proyecto de saneamiento forestal por plaga de gorgojo del pino, involucrando a la oficina forestal municipal sobre la gestión de recursos y manejo adecuado de los bosques dañados por la plaga.

## 4.11. Dinámica de cobertura forestal del año 2012

Durante el año 2012 la cobertura forestal permanente presentó un área de 343.90 ha, indicando que disminuyo 6.09 ha con respecto al año 2011, los bosques para este año no presentaron mejoras, por lo tanto, la pérdida de cobertura para este periodo fue equivalente a 55.43 ha, generándose una pérdida consecutiva de las áreas de cobertura forestal permanente.

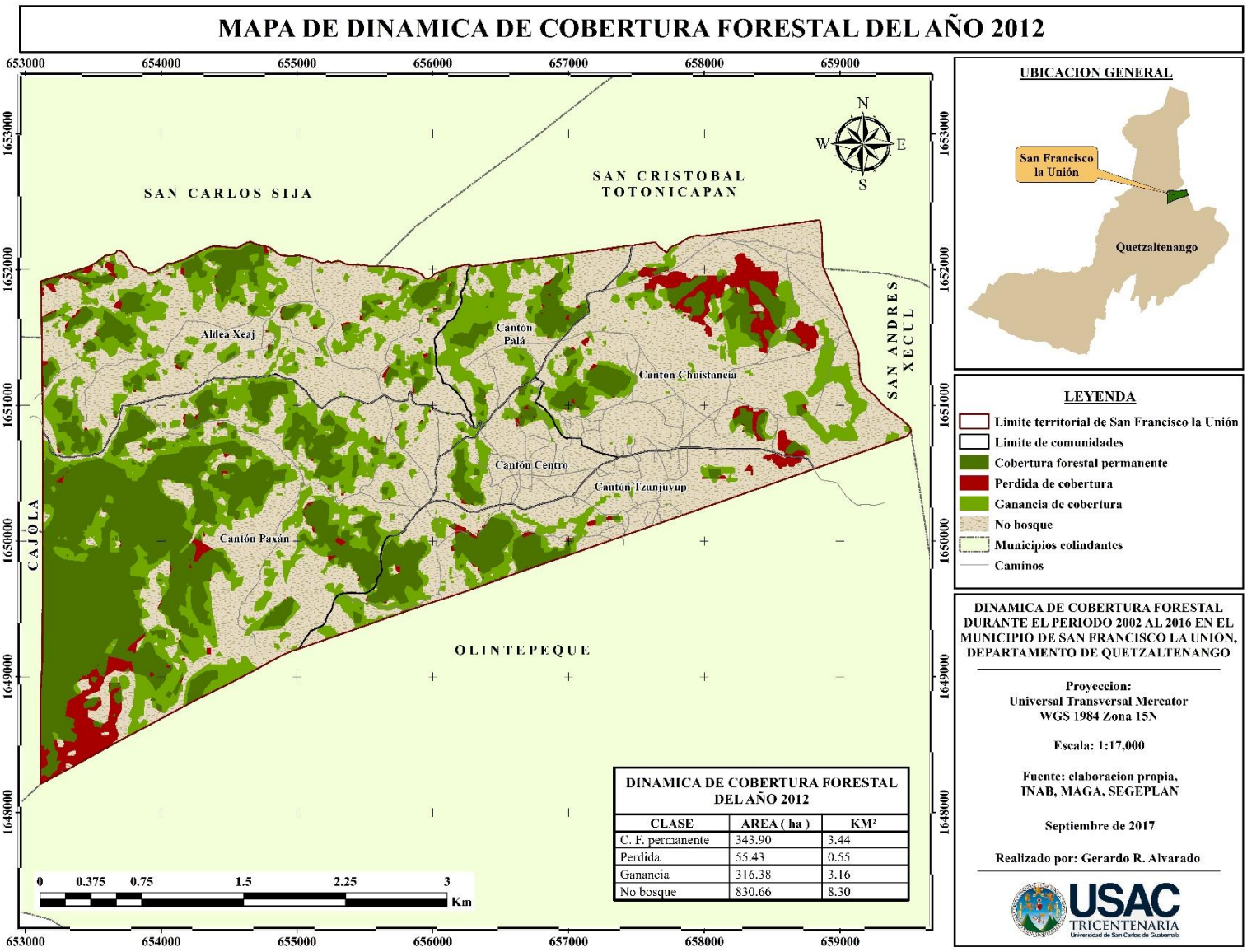
Por otra parte, la ganancia de cobertura disminuyo a 21.14 ha comparado con la del año anterior 2011, la ganancia de cobertura para el año 2012, presentó un área de 316.38 ha, por lo tanto, la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2012 fue de 660.28 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 10:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 10:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2012.

En la figura 16, se presenta la dinámica de cobertura forestal del año 2012 se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 830.66 ha, para este periodo se observa un aumento de áreas de no bosque, generando disminución de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento consecutivo de áreas pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo), en dos áreas principalmente, deteriorando aún más las áreas forestales.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 16:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2012, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.11.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2012

#### *4.11.1.1 <u>Problemas del cambio de uso</u>*

Para el caso del cantón Chuistancia este periodo fue el último año en que tuvieron problemas de gorgojo de pino registrando una pérdida de bosque de hasta 150 cuerdas aproximadamente, al igual que Tzanjuyup fue el último periodo en la que se presentó pérdida de cobertura llegando a registrar 8 cuerdas de bosque perdido por la plaga del gorgojo del pino.

Para el caso de Paxán se perdieron áreas de bosque debido a las talas ilícitas sucedidas en las áreas donde existió incidencia de gorgojo, los comunitarios argumentaron que algunos pobladores cortaron árboles que suponían que estaban infectados de gorgojo de pino. Para el caso de la Aldea Xeaj la pérdida de cobertura forestal se debe a la privatización de áreas forestales que fueron cambiadas de uso para fines agrícola y urbano.

#### *4.11.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Para este periodo los líderes comunitarios manifestaron que la corporación municipal 2012-2016 fue la administración que tuvo desinterés por la administración y manejo de los recursos forestales, no se preocupó por el monitoreo de áreas para evitar las talas ilícitas provocando problemas de tala en Paxán e incentivo la privatización de áreas forestales en la aldea Xeaj. Los comunitarios indicaron que para este periodo un miembro de la corporación municipal autorizo la extracción de leña en áreas del bosque de Chuistancia

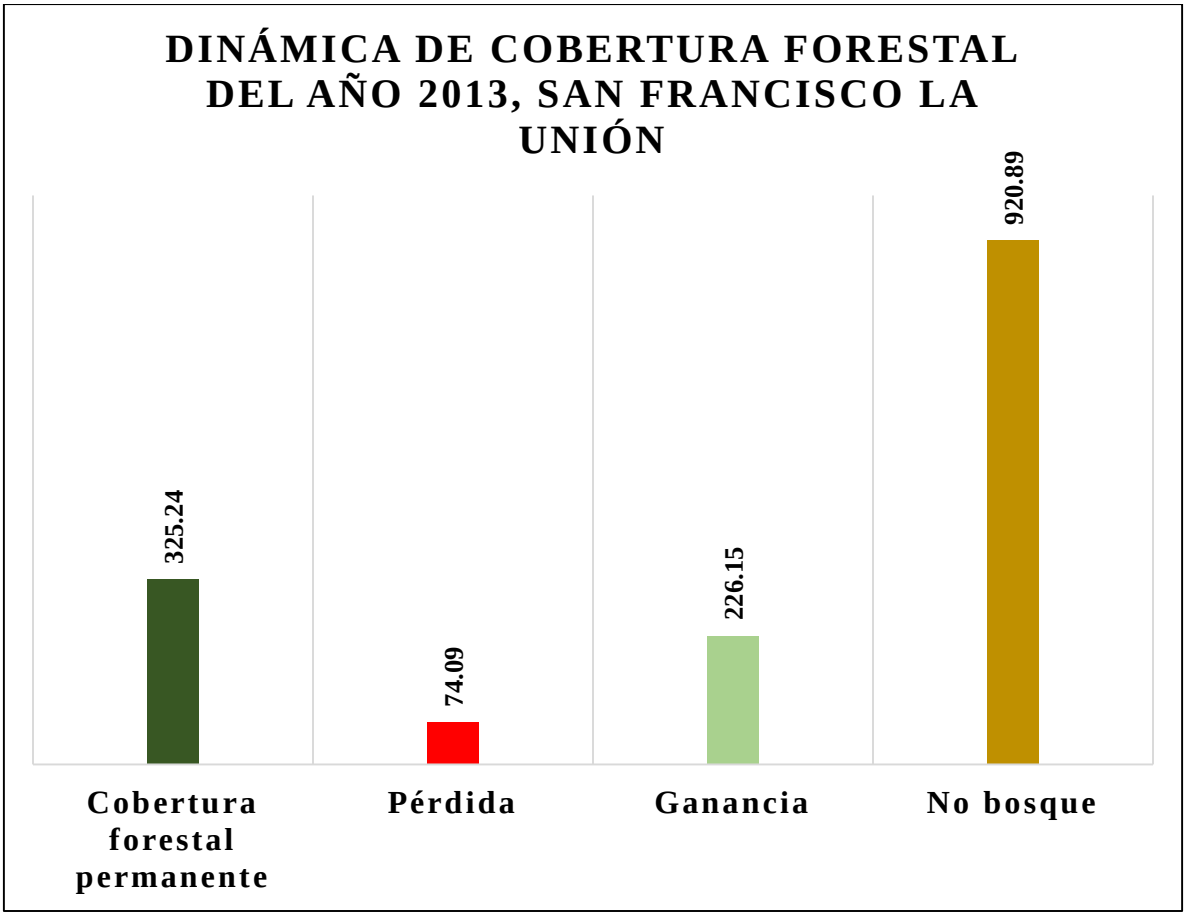
#### *4.11.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para este mismo periodo Helvetas finalizo con el cronograma establecido en el plan de saneamiento forestal, realizando las talas de pino dañado por gorgojo de pino y estableció plantaciones de especies forestales para recuperar las áreas pérdidas por la plaga.

## 4.12. Dinámica de cobertura forestal del año 2013

Durante el año 2013 la cobertura forestal permanente presentó un área de 325.24 ha, es decir que disminuyo consecutivamente a 18.66 ha con respecto al año 2012, generando un aumento en la pérdida de cobertura forestal equivalente a 74.09 ha.

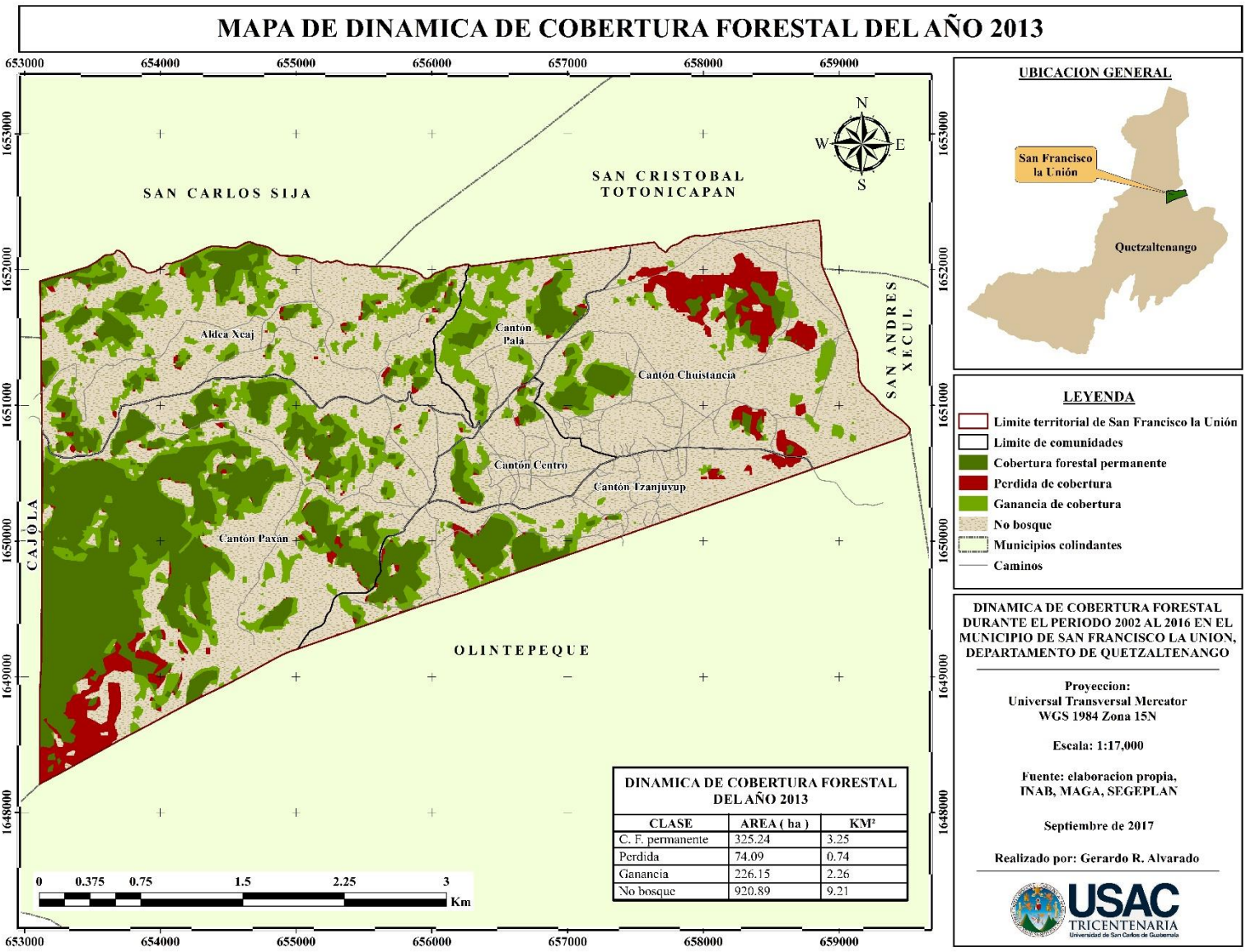
Por otra parte, la ganancia de cobertura para este periodo es equivalente a 226.15 ha, indicando disminución de la ganancia de 90.23 ha con respecto al año 2012, por lo tanto, la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2013 fue de 551.39 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 11:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 11:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2013.

En la figura 17 se presente la dinámica de cobertura forestal del periodo 2013 se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 920.89 ha, para este periodo se observa un aumento de áreas de no bosque, generando disminución de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento consecutivo de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en las mismas áreas de afectación indicado en el año anterior 2012.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 17:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2013, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.12.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2013

#### *4.12.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para este año 2013, las comunidades de Paxán y Chuistancia perdieron más áreas de cobertura forestal como lo indica el mapa anterior, esto se debe a la tala ilícita de los árboles en ambas comunidades que según líderes comunitarios estas actividades son de aprovechamiento de leña y apropiación de áreas para fines agrícolas.

Los comunitarios de Tzanjuyup manifestaron que para este periodo perdieron 40 cuerdas de área forestal debido a la apropiación de una vecina de la comunidad que ha talado los árboles para establecimiento de cultivos.

Para el caso de Paxán y Xeaj presentan un conflicto social debido al establecimiento de una brecha que según vecinos de Paxán manifestaron que Xeaj quiere apropiarse de dicha área boscosa perteneciente a Paxán, el resultado de este conflicto es la tala inmoderada que han hecho pobladores de Xeaj en las áreas de bosque comunal y municipal del cantón Paxán.

#### *4.12.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

La corporación municipal y la administración de la oficina forestal municipal del periodo 2012-2016 no realizaron los monitoreos respectivos para el control y manejo de dichas áreas del municipio.

Aunado a este problema comunitarios manifestaron que la corporación municipal de este periodo no dio seguimiento al vivero forestal municipal ocasionando incumplimiento de obligaciones en tema de los recursos forestales.

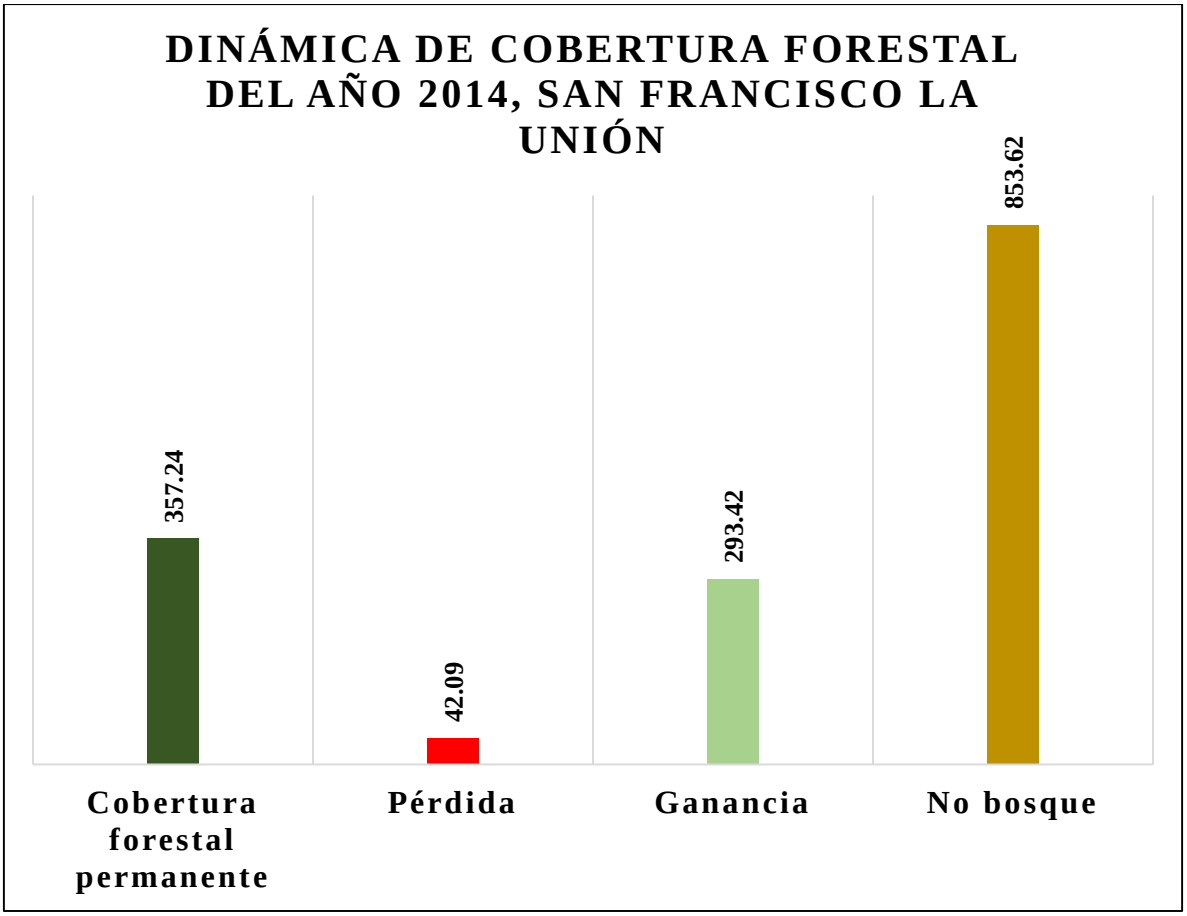
#### *4.12.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para este periodo la municipalidad no invirtió en tema de bosque.

## 4.13. Dinámica de cobertura forestal del año 2014

Durante el año 2014, la cobertura forestal permanente presentaba un área de 357.24 ha, es decir que mejoró 24 ha con respecto al año 2013, indicando que hay recuperación de bosques permanentes, por lo tanto, la pérdida de cobertura para este periodo fue de 42.09 ha.

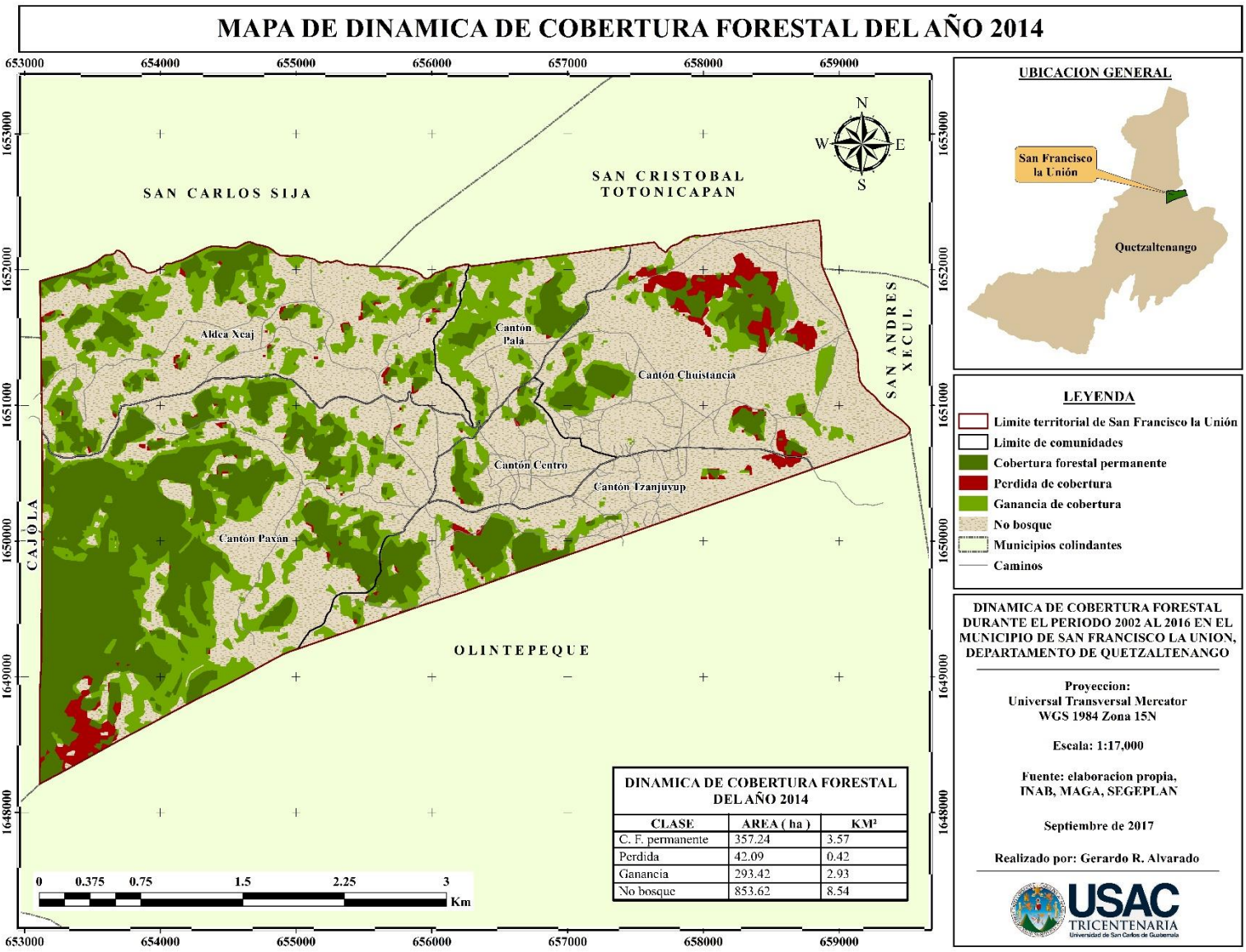
Mientras, la ganancia de cobertura aumento 67.27 ha comparado con el periodo 2013, la ganancia de cobertura para el periodo 2014 registraba 293.42 ha, por lo tanto, la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2014 fue de 650.66 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 12:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 12:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2014.

En la figura 18 se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2014 se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 853.62 ha, para este periodo se observa una disminución de áreas de no bosque, generando aumento de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta disminución de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en las mismas áreas afectadas, indicando mejoras en la cobertura forestal permanente.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 18:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2014, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.13.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2014

#### *4.13.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para este periodo Paxán registro 15 casos de invasión de áreas forestales para fines de producción agrícola. De igual manera Paxán y Xeaj siguen teniendo los mismos problemas de conflicto por apropiación de áreas forestales en la comunidad de Paxán.

Para el caso de Chuistancia y Palá han generado conflicto por el tema de límites para este caso no se generó pérdida de cobertura forestal.

Se generó disminución de tala ilícita en el municipio debido a la coordinación de las autoridades locales.

#### *4.13.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Las alcaldías auxiliares para este periodo se organizaron para evitar la tala ilícita en sus comunidades, según manifestaron los entrevistados se tuvieron reuniones entre COCODES y líderes comunitarios para monitorear los bosques y emitir sanciones que fueron desde Q50 hasta los Q500 dependiendo del tipo de actividad ilícita descubierta en campo.

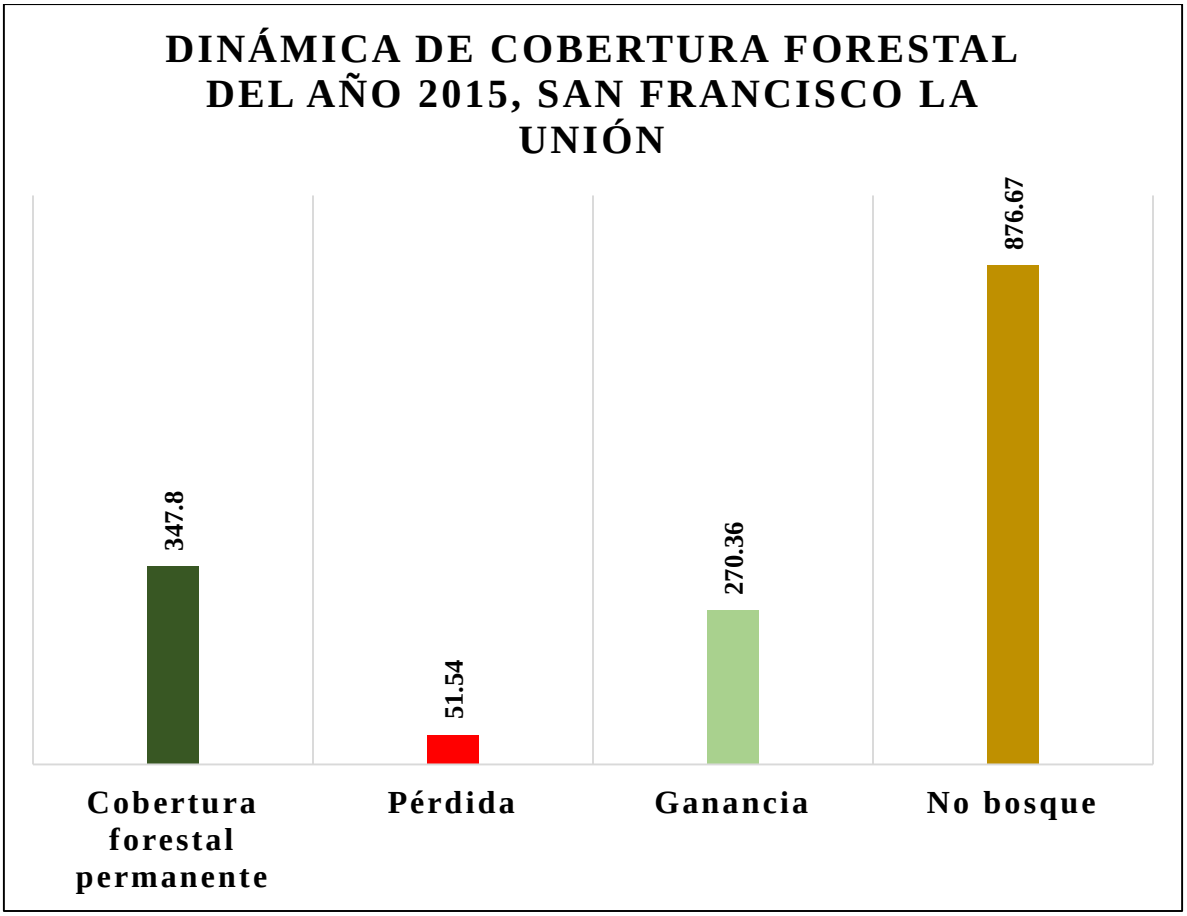
#### *4.13.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para este periodo la empresa ALBOR S.A. dono 15,000 árboles destinados para el cantón Paxán con el argumento de mejorar las áreas forestales pertenecientes a la cuenca del rio Samalá. Por otra parte, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) dono a la municipalidad 1000 árboles forestales destinados a las áreas afectadas por gorgojo en el cantón Chuistancia.

## 4.14. Dinámica de cobertura forestal del año 2015

Durante el año 2015 se presentaron cambios de uso del suelo, la cobertura forestal permanente presento un área de 347.78 ha, indicando que disminuyó 9.46 ha, con respecto al año 2014, por lo tanto, la pérdida para este año fue equivalente a 51.54 ha.

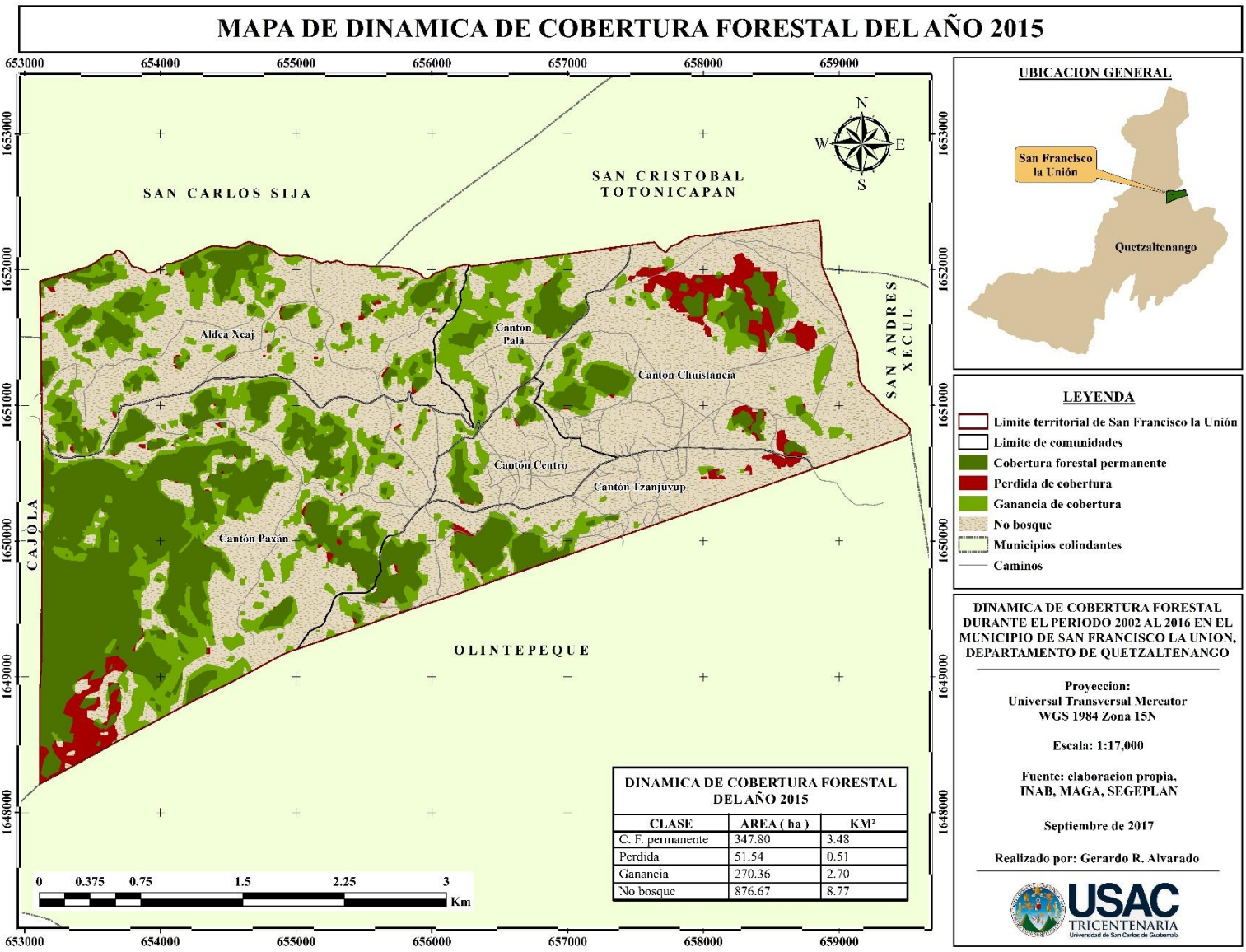
Por otra parte, la ganancia de cobertura forestal para el año 2015 presento un equivalente de 270.36 ha, indicando una disminución de áreas de ganancia de cobertura para dicho año en comparación al año anterior 2014, determinando que la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2015 fue de 618.16 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 13:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 13:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2015.

En la figura 19 se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2015 se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 876.67 ha, para este periodo se observa un aumento de áreas de no bosque, generando disminución de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta un aumento de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en las mismas áreas afectadas descritas en el año 2014.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 19:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2015, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.14.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2015

#### *4.14.1.1 Problemas del cambio de uso*

Para este periodo Paxán y Chuistancia siguen teniendo problemas de tala ilícita debido a que son las áreas de bosque más grande los pobladores del municipio optan por ir a recoger sus recursos forestales en los bosques de dichas comunidades. Así mismo siguen los conflictos de territorio entre Paxán y Xeaj generando problemas de tala en Paxán.

#### *4.14.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Las alcaldías auxiliares para este periodo nuevamente se organizaron para evitar la tala ilícita en sus comunidades, al observar que la corporación municipal no ha tenido acciones con respecto al tema de los bosques en el municipio.

#### *4.14.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) dono a la municipalidad 1000 árboles forestales destinados a las áreas sin cobertura forestal.

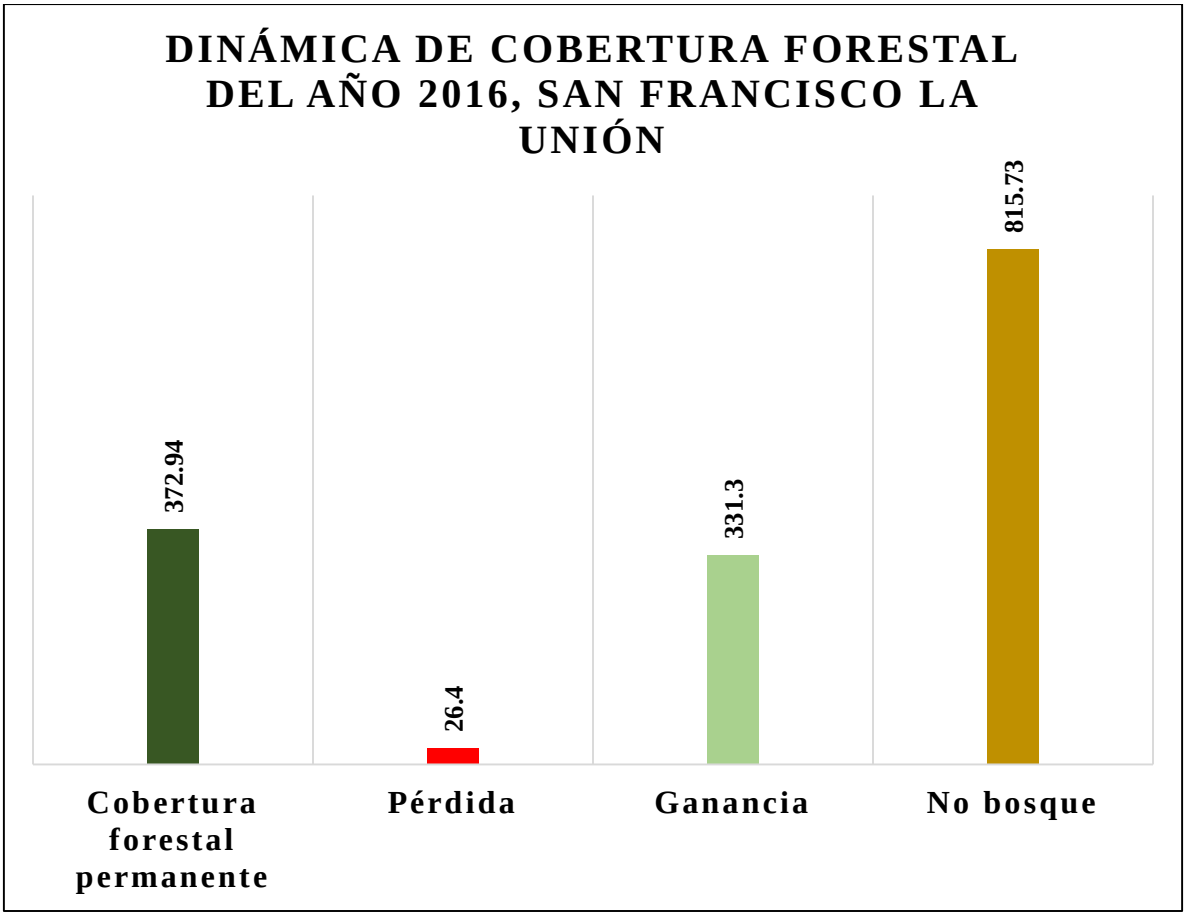
Las escuelas de las cinco comunidades han aportado con la donación y reforestación de árboles en dichas áreas del cantón Paxán.

La pastoral social del municipio ha aportado con especies forestales y han reforestado en las áreas del cantón Chuistancia y Tzanjuyup, no se tiene datos de cuantas plantas fueron reforestadas en dichas comunidades.

## 4.15. Dinámica de cobertura forestal del año 2016

Durante el año 2016 se presentaron cambios de uso del suelo, la cobertura forestal permanente presento un área de 372.94 ha, indicando que se recuperó 25.14 ha, con respecto al año 2015, por lo tanto, la perdida de cobertura para este periodo es equivalente a 26.40 ha.

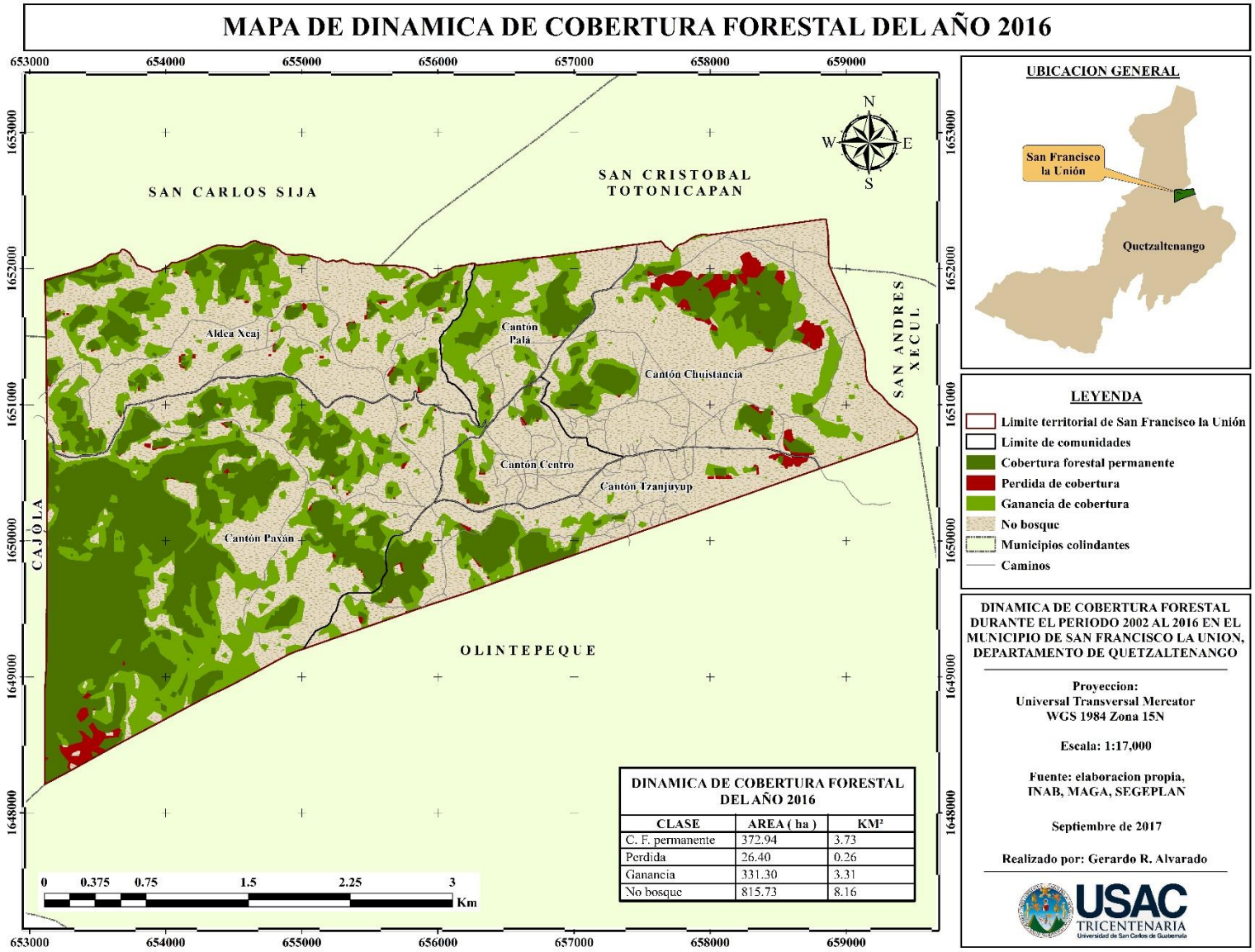
Así mismo, la ganancia de cobertura forestal para este periodo 2016 presento un equivalente en área de 331.30 ha, indicando un aumento de áreas de ganancia de cobertura para este periodo en comparación al año anterior, determinando que la cobertura forestal neta (cobertura forestal permanente + ganancia) para el periodo 2015 fue de 704.24 ha. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 14:




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 14:** Comparación gráfica de la cobertura forestal permanente, pérdida, ganancia y no bosque, de la dinámica de cobertura forestal del año 2016.

En la figura 20 se presenta la dinámica de cobertura forestal del periodo 2006 se observa en color marrón las áreas de no bosque (uso agrícola, urbano, sin uso y pastoreo) que representan un área equivalente a 815.73 ha, para este periodo se observa una disminución de áreas de no bosque, generando aumento significativo de áreas de ganancia de cobertura forestal representados en color verde claro.

La cobertura forestal permanente es representada en color verde oscuro y esta presenta una disminución de áreas de pérdidas de cobertura forestal (representadas en color rojo) en las mismas áreas afectadas, para este periodo se observa mejoras en la cobertura forestal permanente.




**Fuente:** elaboración propia 2017.

**Figura 20:** Mapa de dinámica de cobertura forestal del año 2016, pérdidas y ganancias del municipio de San Francisco la Unión.

### 4.15.1 Factores que ocasionaron dinámica de cobertura forestal del año 2016

#### *4.15.1.1 <u>Problemas del cambio de uso</u>*

Para este periodo Paxán y Chuistancia recuperaron áreas de bosque debido al control de las talas ilícitas dentro del municipio. Así mismo siguen los conflictos de territorio entre Paxán y Xeaj para este año no se generó problemas de tala según indicaron los líderes comunitarios de ambas comunidades.

Se genero un incendio forestal en el cantón Paxán, quemando un aproximado de 70 has de bosque acabando con la regeneración natural de algunas áreas del bosque.

En el caso de Xeaj manifestaron que la corporación municipal actual 2016-2020 beneficio a una iglesia católica para la extracción de madera en el bosque de la comunidad.

#### *4.15.1.2 Capacidad técnica, política-administrativa*

Los líderes comunitarios manifiestan que la corporación municipal 2016-2020 han tomado importancia del tema de bosques y han logrado coordinar con la oficina forestal municipal y las alcaldías auxiliares en cuanto al tema de los recursos forestales en el municipio.

La corporación de este periodo con apoyo de la oficina forestal municipal ha realizado gestiones de recursos forestales para realizar la siembra de las áreas donde sucedió el incendio forestal. De igual manera para este periodo volvió a implementar el proyecto del vivero forestal municipal con el fin de producir especies forestales para beneficio de las comunidades.

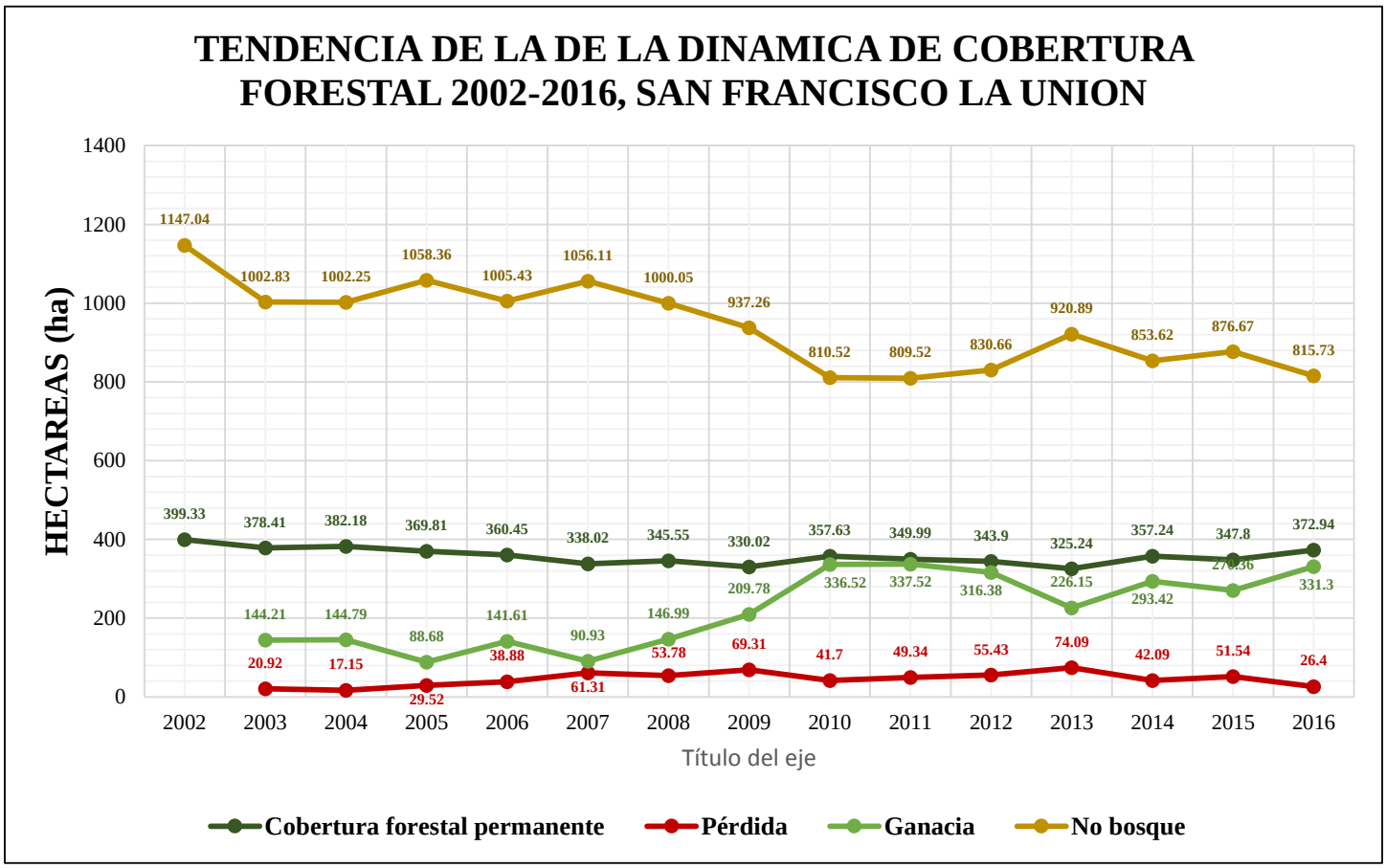
#### *4.15.1.3 Mejoras administrativas y de manejo del recurso forestal*

Para este periodo se recibió ayuda de las siguientes instituciones: Estudiantes de Ciencia y Tecnología del primer semestre 1500 árboles reforestados, Estudiantes de la carrera de Ciencias Económicas de la USAC 1000 árboles reforestados, la pastoral social católica 500 árboles, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales aporto con 1500 árboles.

La corporación municipal realizo la compra de 12,000 árboles forestales destinados para reforestar en Paxán y Chuistancia.

## 4.16. Resumen grafico de los resultados obtenidos de la dinámica de cobertura forestal del periodo 2002-2016, San Francisco la Unión

En resumen, se determinó que la dinámica de cobertura forestal es generada por cambios constantes de uso de suelo ocasionados por acciones antrópicas y naturales siendo parte de interacciones. En la presente investigación la dinámica de cobertura forestal presento cambios en la cobertura forestal constante además de generación de nuevas áreas de cobertura forestal ocasionados por factores principalmente antrópicos y biológicos, a continuación, se presente una gráfica comparativa del comportamiento en diferentes periodos de la cobertura forestal constante, la pérdida de cobertura, ganancia de cobertura y no bosque especificando áreas (has) por cada periodo de tiempo.




**Fuente:** elaboración propia 2017.
**Gráfica 15:** Comparación de la tendencia anual de la dinámica de cobertura forestal 2002-2016.

## 4.17. Comprobación de la hipótesis

En base a los resultados obtenidos se puede determinar que los cambios que se ha generado en la cobertura forestal permanente a partir del año 2002 han demostrado un balance general de cambios en la cobertura forestal de dicho año hasta llegar al año 2016, generando pérdida de cobertura que se han mantenido de 20 a 25 hectáreas significando que en un lapso de 15 años no se ha podido recuperar las áreas en su totalidad, así también se puede mencionar que parte de los resultados obtenidos se deriva la ganancia de cobertura forestal que indican nuevas áreas de bosque que fueron generados a partir del periodo de investigación llegando a medir a casi el equivalente de la cobertura forestal permanente, estos cambios de cobertura fueron ocasionados principalmente por factores tales como actividades antrópicas (tala ilícita y apropiación de áreas para cambio de uso) y principalmente incidencia de incendios forestales que ocasionaron generación de plagas del gorgojo del pino que como resultado derivo en la pérdida de cobertura forestal permanente y disminución de la ganancia de cobertura forestal en el municipio por lo tanto se determina que la hipótesis planteada en el presente estudio es comprobada en base a los resultados obtenidos en campo.

# 5 CAPITULO V: Conclusiones y recomendaciones

## 5.1 Conclusiones

1. Se demostró que la cobertura forestal permanente a partir del año 2002 ha sido modificada a través de los años que se analizaron en la presente investigación, demostrando patrones de variación para cada año, pudiéndose apreciar que existe una pérdida neta de 26.39 hectáreas, diferencia resultante que hay entre el año 2002 y el año 2016.

2. Se demostró que existe una diferencia de áreas de ganancia de cobertura que a partir del año 2003 presentaba 144.21 hectáreas y la del año 2016 presentó 331.30 hectáreas, generando un aumento importante de 187.09 hectáreas de bosque nuevo, indicando mejoras en la cobertura forestal del municipio a pesar de las pérdidas que se tuvieron por la incidencia de la plaga del gorgojo del pino, estas nuevas áreas fueron producto del abandono de áreas destinadas a producción agrícola que fueron propiciando la regeneración natural.

3. Mediante a la información adquirida en campo por parte de los líderes comunitarios de cada comunidad, se pudo demostrar que la falta de manejo y administración de los recursos forestales por las autoridades municipales y locales han permitido su modificación por acciones antrópicas tales como: los conflictos entre comunidades por expropiación de áreas, tala ilícita constante e invasión de áreas forestales para cambio de uso agrícola/urbano y de evento natural como: la generación de incendios forestales que dio lugar a la propagación del gorgojo del pino (*Dendroctonus adjuntus*) afectando principalmente en las comunidades de Paxán y Chuistancia y en algunas áreas de Tzanjuyup, Palá y Xeaj que también fueron afectadas por la plaga pero en menor proporción, a partir de estos eventos, actualmente las áreas afectadas por la plaga siguen sin recuperarse.

4. Se concluye que las acciones realizadas por parte de las entidades competentes en la realización de planes, proyectos y actividades de manejo y/o conservación de bosque del municipio, fueron de poca incidencia para mitigar los impactos negativos de la explotación de las especies forestales del municipio, debido al poco interés de las autoridades en proteger y monitorear los bosques del municipio.

## 5.2 Recomendaciones

1. A la municipalidad de San Francisco la Unión y su comisión de medio ambiente: fortalecer los proyectos y programas de reforestación, manejo forestal y saneamiento forestal (cuando se detecten plagas forestales) para el mantenimiento y desarrollo de los bosques del municipio, tomando en cuenta los datos generados en la presente investigación como punto de partida para el mejoramiento de los bosques.

2. Se recomienda a las autoridades municipales (alcaldes y concejos municipales) de San Francisco la Unión de fortalecer y apoyar a los alcaldes auxiliares con recursos económicos y materiales para apoyar el fortalecimiento y monitoreo de los bosques de dicho municipio, coordinado con la Oficina Forestal Municipal con el fin de evitar la tala ilícita en las áreas comunales.

3. Se recomienda a las autoridades municipales en conjunto con la Oficina Forestal Municipal y las autoridades locales aprobar el reglamento forestal y el convenio de consumos familiares propuesto por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) para controlar y extender licencias forestales de consumo familiar que según los datos obtenidos en la presente investigación son de incidencia constante en el municipio de San Francisco la Unión.

4. A la Oficina Forestal Municipal gestionar áreas forestales para ingresar a los convenios de incentivo forestal PROBOSQUE en temas de conservación y protección de bosques para incentivar a la población en la participación local y la importancia que tienen los bosques en la generación de recursos hídricos ya que San Francisco la Unión pertenece a la cuenca del rio Samalá.

5. Fortalecer el vivero forestal municipal para la producción de plantas forestales con el fin de fortalecer los bosques del municipio con actividades de reforestación involucrando a la población para formar conciencia manteniendo los bosques del municipio.

6. Las entidades gubernamentales y no gubernamentales deben considerar los datos adquiridos en la presente investigación para fortalecer y generar programas y proyectos integrales que mejore la calidad de los bosques del municipio de San Francisco la Unión.

7. A la división de Ciencia y Tecnología crear actividades en conjunto con los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local en tema de capacitación a los líderes comunitarios, personal de la municipalidad de San Francisco la Unión a cargo del tema de ambiente y la generación de proyectos y técnicas que puedan aportar para el mejoramiento del medio ambiente y recursos naturales del municipio.

8. A la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local de usar los datos de la presente investigación para proponer, dar seguimiento y mejorar temas de investigación relacionados con los bosques y recursos naturales.

## BIBLIOGRAFIA


BUCHAN, A. D. (2008). *DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL SECTOR FORESTAL REGION V, CHIMALTENANGO, SACATEPEQUEZ.* Chimaltenango, Guatemala: MECOFOR.

Butler, R. A. (2009). *MONGABAY.COM*. Obtenido de DESTRUCCIÓN DE LOS RECURSOS RENOVABLES: http://global.mongabay.com/es/rainforests/0905.htm

Cardenas, T. F. (s.f de s.f de s.f.). MEDICION FORESTAL. Quetzaltenango, Quetzaltenango, Occidente.

Castañeda, J. C. (2013). *Dinamica de la cobertura forestal de las microcuencas de los rios tributarios de la hidroelectrica Palo Viejo, ubicada en los municipios de San Juan Cotzal y San Miguel Uspantán del Departamento del Quiché, Guatemala.* Guatemala: Maestria en Estudios Ambientales, Universidad del Valle de Guatemala.

Centeno, P. p. (Domingo 7 de Junio de 2009). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PAUCARCOLLA COMUNIDADES.* Obtenido de ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PUNO: http://eiapuno2009.blogspot.com/

Centro de Recepcion, P. A. (2010). *PRODUCTOS - NDVI*. Obtenido de Ministerio de la Defensa de España: http://crepadweb.cec.inta.es/es/productos/ndvi.html

CORMA-CHILE. (2013). *EDUCARBOL*. Obtenido de http://www.educarbol.org/bosque/elbosque.php

CUTZ, E. A. (Mayo 2014). *ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL Y CAMBIOS DE USO DE SUELO DURANTE EL PERIODO 2,002 A 2,013 EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CHIQUIMULA, TOTONICAPÁN.* Quetzaltenango, Guatemala: División de Ciencia y Tecnología.

DeFries, R. (10 de Febrero de 2010). *Diario Digital de Ciencia e Inovacion.* Obtenido de La deforestación crece con la urbanización: http://www.es.globaltalentnews.com/actualidad/noticias/2347/La-deforestacion-crece-con-la-urbanizacion.html

Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de Evaluacion de Impacto Ambiental.* Santiago, Chile: Centro de Estudios para el Desarrollo de Chile.

FUNDACION, F. M. (febrero 2012). *Libro Verde El patrimonio natural de México, amenazas y herramientas para resolverlas.* Mexico: Fundacion este Pais.

Heinrich, R. (1995). *Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile.* Obtenido de ESTUDIO MONOGRAFICO DE EXPLOTACION FORESTAL -FAO-: http://www.fao.org/docrep/V9727S/v9727s00.htm#Contents

HELVETAS-INAB. (2008). *MANEJO FORESTAL CON FINES DE SANEAMIENTO.* Quetzaltenango, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques -INAB-.

IARNA, U. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012.* Guatemala, Guatemala: Cecilia Cleaves y Juventino Gálvez.

INAB. (2003). *MANUAL PARA LA ELABORACION DE PLANES DE MANEJO FORESTAL EN BOSQUE DE CONIFERAS.* Guatemala, Guatemala: INAB-PROCAFOR.

INAB, C. U. (abril de 2012). *Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinamica de Cobertura Forestal 2006-2010.* Guatemala: Gobierno de Guatemala.

INAB, C. U. (marzo de 2011). *Mapa de Cobertura Forestal 2006 y Dinamica de Cobertura Forestal 2001-2006.* Guatemala: Gobierno de Guatemala.

INAB, C. U. (octubre de 2014). *Mapa de Bosques y Uso de la Tierra 2012, Mapa de Cambios en Uso de la Tierra 2001-2010.* Guatemala: GIMBOT.

Instituto Nacional de Bosques, C. U. (Abril 2012). *MAPA DE COBERTURA FORESTAL DE GUATEMALA 2010 Y DINAMICA DE LA COBERTURA FORESTAL 2006-2010.* Guatemala: IARNA.

Intercooperation., H.-G. S. (2010). *Oficina Forestal Municipal.* Olintepeque, Quetzaltenango.: HELVETAS.

LONDOÑO, J. A. (2013). *EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO POR LOS PROCESOS DE EXPANSIÓN DE FRONTERAS AGROPECUARIAS Y SU MITIGACIÓN MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES, EN LAS CONDICIONES ECOLÓGICAS DE BOSQUE SECO TROPICAL.* Tolima: Universidad del Tolima.

Montenegro, I. A. (s.f.). *La Deforestacion y Degradacion de los Bosques Nativos.* Argentina: Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, Dirección de Bosques, SAyDS.

Paiz Scwartz, G. (2007). *Los Recursos Naturales.* Guatemala: ICCO.

Pancel, D. L. (2015). *ANALISIS DE CAMBIOS DE LA COBERTURA FORESTAL Y USO DE LA TIERRA MEDIANTE IMAGENES SATELITALES DE ALTA RESOLUCION ESPACIAL, AÑOS 2009-2012-2015.* Costa Rica: Republica Federal de Alemania.

QUIROA, H. O. (Abril de 2010). *ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO, DURANTE EL PERÍODO 1960-2006 Y PROPUESTA DE UNIDADES TERRITORIALES, EN LOS MUNICIPIOS CONURBADOS DE LA MANCOMUNIDAD DE LA METRÓPOLI DELOS ALTOS, QUETZALTENANGO.* Quetzaltenango, Guatemala: FACULTAD DE AGRONOMÍA.

Rivadeneyra, F.-G. L. (2012). *IMPACTO AMBIENTAL POR LA ACTIVIDADES EXTRACTIVAS EN BOSQUES TROPICALES*. Obtenido de Lima, Perú: http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/1026-B4.HTM

Ruiz, P. p. (s.f.). *Monografias.com*. Obtenido de Estudio de impacto ambiental en la mineria de la cuenca del Rio Abujao Caserío: http://www.monografias.com/trabajos89/impacto-ambiental-mineria-cuenca-rio-abujao/impacto-ambiental-mineria-cuenca-rio-abujao2.shtml

SEGEPLAN. (Diciembre 2010). *Plan de Desarrollo Municipal de San Francisco la Unión, Quetzaltenango 2011-2025.* Quetzaltenango: PDM SEGEPLAN.

Sotos, Á. Y. (s.f). *CLASIFICACION DIGITAL DE IMAGENES POR SATELITE.* n/a: Sistemas de Telemedida.

STRUMENTIFORESTALI.it. (2010-2016). *CLINOMETRO IPSOMETRO RELASCOPIO HAGLOF HEC-R CM-HEC-R*. Obtenido de http://www.strumentiforestali.com/index.php?page=index&npg=2&pid=30

TELEDET. (s.f). *teledet.com.uy*. Obtenido de teledet.com.uy: http://www.teledet.com.uy/tutorial-imagenes-satelitales/clasificacion-no-supervisada.htm

Tobar, M. F. (s.f). Clasificación de Imágenes. *GUIA PRACTICA: CLASIFICACIÓN DE IMAGENES SATELITALES*.

Universidad del Valle de Guatemala, I. C. (Febrero de 2006). *DINAMICA DE COBERTURA FORESTAL GUATEMALA DURANTE LOS AÑOS 1991, 1996 Y 2001 Y MAPA DE COBERTURA FORESTAL 2001*. Guatemala: UVG.

Universidad del Valle de Guatemala, I. C. (Marzo del 2011). *MAPA DE COBERTURA FORESTAL DE GUATEMALA 2006 Y DINAMICA DE COBERTURA FORESTAL 2001-2006*. Guatemala: Serviprensa, S. A.

# ANEXOS

## A) Instrumentos

**Figura 21:** GPS navegador marca Garmin

**Figura 22:** Cinta métrica de 100 mt.

## B) Modelo de encuestas

**DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**
**INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL**

Entrevista estructurada para la evaluación y análisis de datos para la investigación denominada: **Dinámica de la cobertura forestal durante el periodo 2002 al 2016 en el municipio de San Francisco la Unión, departamento de Quetzaltenango.**

**Datos generales del entrevistado**

Nombre: _____, Edad: _____

Cargo: _____, Cantón/Aldea: _____

### 1. PROBLEMAS DE PERDIDA DE COBERTURA FORESTAL

**1.1. Problemas de perdida de bosque en la comunidad**

*A. ¿Qué problemas ha ocasionado más perdida en el bosque comunal del cantón y/o aldea y en que años han sucedido estos problemas?*

| | | |
|---|---|---|
| *2002:* _____ | *2007:* _____ | *2012:* _____ |
| *2003:* _____ | *2008:* _____ | *2013:* _____ |
| *2004:* _____ | *2009:* _____ | *2014:* _____ |
| *2005:* _____ | *2010:* _____ | *2015:* _____ |
| *2006:* _____ | *2011:* _____ | *2016:* _____ |

*B. Explique otros problemas si existen y en qué años han sucedido*

**1.2. Problemas por la población**

*A. ¿Existen personas que han invadido áreas de bosques comunal y/o municipal? explique y cuanta área aproximadamente han invadido.*

*B. ¿En qué año ha sucedido los problemas de invasión de los bosques comunales y/o municipales?*

*C. ¿La gente que ha invadido áreas de bosque, han cortado los arboles de dichos lugares?*

**1.3. Problemas de tala y comercialización**

*A. ¿Se han talado árboles en su comunidad diariamente?*

***B. ¿En qué años se ha producido más tala de árboles en su comunidad?***

***C. ¿Existen empresas o personas individuales que cortan árboles para venta?***

*a) Empresas:* _____

_____

*b) Personas (cuantas):* _____

***D. ¿Cuántas tareas de leña diaria o arboles considera usted que se sacan de los bosques?***

**1.4. <u>Problemas políticos y administrativos</u>**

***A. ¿Considera que hay autoridades municipales o locales han beneficiados a personas o grupos de personas con la madera que producen los bosques comunales?***

***B. ¿Ha existido desinterés de las autoridades por proteger y mejorar las condiciones de los bosques comunales?***

***C. ¿Han existido conflictos sociales o entre comunidades por el tema de bosques? Explique.***

***D. ¿Los conflictos sociales o entre comunidades que ocasionan perdida de bosque en qué años ha sucedido?***

**1.5. <u>Problemas por plagas y enfermedades</u>**

***A. ¿Qué tipo de plaga o enfermedad ha atacado a sus bosques comunales?***

***B. ¿En qué años se han producido problemas de plagas o enfermedades?***

***C. ¿Han perdido mucho bosque por las plagas o enfermedades?, y ¿Cuánto han perdido?***

***D. ¿Los bosques que se han infectado por las plagas y enfermedades, en que años se han infectado?***

**1.6. <u>Avance de frontera agrícola y urbana</u>**

***A. ¿Cree usted que la agricultura está avanzando dentro de los bosques comunales?***

***B. ¿Se han cortado árboles para implementar cultivos agrícolas? y ¿en qué año ha sucedido?***

***C. ¿Cree usted que la urbanización y las obras grises están ocasionando perdida de árboles o bosque?***

D. ***¿Existen casas o cualquier tipo de infraestructura dentro de los bosques comunales?***

**2. LEYES, SANCIONES Y OTRO TIPO DE REGLAS QUE IMPIDEN LA CORTA DE ARBOLES**

**2.1. <u>Sanciones y leyes que impiden la corta</u>**

***A. ¿La comunidad cuenta con sanciones que prohíben la corta de árboles?***

***B. ¿Qué tipo de sanciones tienen en su comunidad?***

***C. ¿Quiénes aplican las sanciones sobre tala de árboles en la comunidad?***

***D. ¿En qué año se estableció las norma y sanción dentro de la comunidad?***

***E. ¿La municipalidad tiene leyes que sancionan y castigan la corta de árboles?***

***F. ¿Dentro de la municipalidad existe comisiones o dependencias que controla el problema de tala de árboles?***

G. *¿En qué año se estableció esta comisión o dependencia que controla el problema de tala de árboles?*

H. *¿Cree usted que es importante aplicar leyes que castiguen y sancionen el problema de tala dentro de los bosques comunales? y ¿por qué?*

## 3. ACTIVIDADES DE MITIGACION PARA IMPEDIR LA PERDIDA DE BOSQUE

### 3.1. Apoyo de organizaciones y/o empresas

A. *¿Dentro de su comunidad existen organizaciones o grupos locales que apoyan y participan en el mejoramiento de los bosques?, menciónelas.*

B. *¿En qué año se implementó la organización y/o grupo local que apoya en la mejora de los bosques?*

C. *¿Han venido organizaciones o empresas a mejorar los bosques?, menciónelas y el año en que han venido apoyar.*

D. *¿Cuál es el tipo de ayuda que han brindado para mejorar y detener la tala en sus bosques?*

E. *¿Estas organizaciones o empresas han cobrado el servicio que brindan dentro de sus bosques?, si la respuesta es SI, ¿Cuánto han cobrado?*

### 3.2. Apoyo de parte de la municipalidad

A. *¿La municipalidad ha destinado fondos o recursos para mejorar las condiciones de los bosques comunales? qué tipo de recursos ha implementado.*

B. *¿Si las municipalidades en años anteriores han implementado fondos o proyectos para mejorar las condiciones de los bosques en que años lo ha realizado?*

**3.3. <u>Apoyo institucional del gobierno</u>**

A. ***¿Qué tipo de institución del gobierno o ministerio ha apoyado en el tema de los bosques comunales?***

B. ***Mencione las instituciones que han venido apoyando y en qué año lo han hecho.***

C. ***¿Estas instituciones han realizado proyectos para mejorar las condiciones de los bosques en su comunidad?, si su respuesta es SI, ¿Qué tipo de proyectos ha implementado y en que años lo ha realizado?***

**GRACIAS POR SU COLABORACION**

## C) Cronograma

**Tabla 4:** Cronograma de actividades de la investigación "Dinámica de la cobertura forestal durante el periodo 2002 al 2016 en el municipio de San Francisco la Unión, departamento de Quetzaltenango"

| CRONOGRAMA DEACTIVIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ACTIVIDADES** | *Año* | **2017** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Mes* | **Enero** | | | | **Febrero** | | | | | **Marzo** | | | | **Abril** | | | | **Mayo** | | | | | **Junio** | | | | |
| | *Semana* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| Planificación de actividades a realizar en la investigación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descarga de imágenes (2002-2016) del satélite ASTER L1 T. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Procesamiento de imágenes satelitales en plataformas ERDAS Imagine 2014 y ArcGIS 10.5. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recopilación y análisis de resultados de la clasificación de imágenes. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recopilación y análisis de resultados de la actividad. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planificación de la aplicación del análisis extensivo y estratificación de sujetos de investigación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aplicación de entrevistas estructuradas a los líderes comunitarios. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recopilación y análisis de resultados de las entrevistas estructuradas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis y conclusiones de la investigación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Redacción del informe final de la investigación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Fuente:** elaboración propia

## D) Presupuesto

**Tabla 5:** Presupuesto de la investigación.

| No. | Descripción | Cantidad | Costo Unit. Q. | Costo total. Q. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Computador para procesar la información geográfica y tabulación de datos. | 1 | 3,500.00 | 3,500.00 |
| 2 | Transporte al área de investigación. | 11 | 70.00 | 770.00 |
| 3 | Visitas de campo para levantamiento de la información. | 8 | 135.00 | 1,080.00 |
| 4 | Insumos y papelería (entrevistas y boletas de campo) | --- | 500.00 | 500.00 |
| 5 | Tabulación del informe final | 1 | 1,000.00 | 1000.00 |
| **COSTO TOTAL Q.** | | | | **6,850.00** |

**Fuente:** elaboración propia

## E) Levantamiento de puntos para firmas espectrales del año 2015

**DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

**HOJA DE LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE GPS**

| No. | X | Y | Uso | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 659467 | 1651392 | Bosque | |
| 2 | 658939 | 1651029 | Sin Uso | |
| 3 | 658720 | 1651260 | Cultivo | |
| 4 | 658752 | 1651546 | Bosque | |
| 5 | 658796 | 1651908 | Cultivo | |
| 6 | 658302 | 1652018 | Bosque | |
| 7 | 858412 | 1651908 | Bosque | |
| 8 | 658478 | 1651633 | Bosque | |
| 9 | 658368 | 1651546 | Bosque | |
| 10 | 658258 | 1651710 | Bosque | |
| 11 | 658005 | 1652106 | Cultivo | |
| 12 | 658071 | 1651875 | Bosque | |
| 13 | 658038 | 1651556 | Bosque | |
| 14 | 658203 | 1651150 | Urbano | |
| 15 | 657928 | 1651732 | Bosque | |
| 16 | 657764 | 1651952 | Bosque | |
| 17 | 657797 | 1651567 | Agricola | |
| 18 | 657170 | 1651908 | Agricola | |
| 19 | 657269 | 1651216 | Bosque | |
| 20 | 657511 | 1650886 | Urbano | |
| 21 | 657357 | 1650436 | Urbano | |
| 22 | 657566 | 1650425 | Agricola | |
| 23 | 656687 | 1650568 | Urbano | |
| 24 | 656291 | 1650678 | Urbano | |
| 25 | 656412 | 1649952 | Bosque | |
| 26 | 655995 | 1650579 | Urbano | |
| 27 | 655303 | 1651677 | Urbano | |
| 28 | 655676 | 1648403 | Bosque | |
| 29 | 655369 | 1649008 | Agricola | |
| 30 | 655072 | 1649370 | Urbano | |
| 31 | 654599 | 1649974 | Agricola | |
| 32 | 654742 | 1648810 | Bosque | |
| 33 | 654358 | 1651260 | Urbano | |
| 34 | 654424 | 1649502 | Agricola | |
| 35 | 654439 | 1649309 | Agricola. | |

**Lugar:** San Francisco la Unión **Fecha:** 21-08-2016 **Hoja No.** 1

Periodo 2002-2015.

**DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

**HOJA DE LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE GPS**

| No. | X | Y | Uso | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 36 | 654114 | 1649500 | Bosque | |
| 37 | 653958 | 1648968 | Bosque | |
| 38 | 653839 | 1648355 | Bosque | |
| 39 | 653180 | 1652018 | Bosque | |
| 40 | 653528 | 1651020 | Urbano | |
| 41 | 653409 | 1649481 | Bosque | |
| 42 | 653400 | 1648346 | Sin Uso | |
| 43 | 653143 | 1650177 | Sin Uso | |
| 44 | 653097 | 1649994 | Sin Uso | |
| 45 | 653326 | 1650388 | Bosque | |
| 46 | 654261 | 1649765 | Bosque | |
| 47 | 654096 | 1650800 | Agricola | |
| 48 | 655305 | 1650800 | Bosque | |
| 49 | 652420 | 1647961 | Sin Uso | |
| 50 | 652859 | 1647842 | Sin Uso. | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

**Lugar:** San Francisco la Unión **Fecha:** 24-08-2016 **Hoja No.** 2

Periodo 2002-2015.

## F) Levantamiento de puntos para firmas espectrales del año 2016

**DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

**HOJA DE LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE GPS**

| No. | X | Y | Uso | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 659498 | 1651379 | Bosque | |
| 2 | 658932 | 1651054 | Sin Uso | |
| 3 | 658884 | 1651296 | Bosque | |
| 4 | 658704 | 1651289 | Agricola | |
| 5 | 658228 | 1650516 | Bosque | |
| 6 | 658083 | 1650681 | Urbano | |
| 7 | 658746 | 1651565 | Bosque | |
| 8 | 658587 | 1651813 | Bosque | |
| 9 | 658311 | 1651717 | Bosque | |
| 10 | 658718 | 1652000 | Agricola | |
| 11 | 658290 | 1652048 | Sin Uso | |
| 12 | 658152 | 1652069 | Agricola | |
| 13 | 657800 | 1651958 | Sin Uso | |
| 14 | 657876 | 1651841 | Bosque | |
| 15 | 657151 | 1651896 | Agricola | |
| 16 | 657379 | 1651365 | Agricola | |
| 17 | 657289 | 1651199 | Bosque | |
| 18 | 656909 | 1650799 | Urbano | |
| 19 | 657296 | 1650419 | Urbano | |
| 20 | 656709 | 1650495 | Urbano | |
| 21 | 656288 | 1650647 | Urbano | |
| 22 | 656385 | 1650053 | Bosque | |
| 23 | 655267 | 1651655 | Urbano | |
| 24 | 655978 | 1651883 | Bosque | |
| 25 | 655239 | 1650861 | Bosque | |
| 26 | 654721 | 1651510 | Urbano | |
| 27 | 654680 | 1650433 | Bosque | |
| 28 | 654597 | 1650053 | Agricola | |
| 29 | 654383 | 1649777 | Bosque | |
| 30 | 654286 | 1649225 | Bosque | |
| 31 | 654963 | 1649377 | Sin Uso | |
| 32 | 654017 | 1649032 | Bosque | |
| 33 | 653955 | 1649646 | Agricola | |
| 34 | 654079 | 1650385 | Agricola | |
| 35 | 653831 | 1650640 | Agricola | |

**Lugar:** San Francisco la Unión **Fecha:** 25-08-2016 **Hoja No.** 1

Periodo 2002-2016

**DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2016 EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

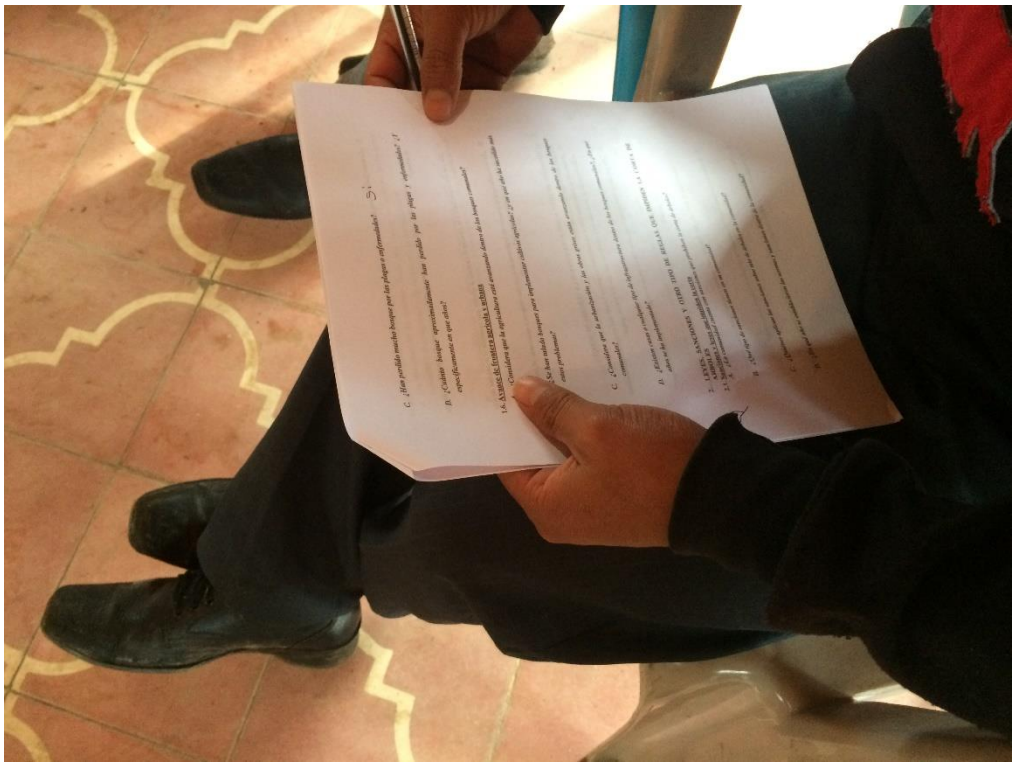
## HOJA DE LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE GPS

| No. | X | Y | Uso | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 36 | 653997 | 1650944 | Urbano | |
| 37 | 653824 | 1651213 | Bosque | |
| 38 | 654128 | 1651524 | Urbano | |
| 39 | 654148 | 1651865 | Agricola | |
| 40 | 654293 | 1651986 | Bosque | |
| 41 | 653852 | 1651751 | Bosque | |
| 42 | 653638 | 1651178 | Urbano | |
| 43 | 653044 | 1650992 | Urbano | |
| 44 | 653424 | 1652027 | Bosque | |
| 45 | 652968 | 1651924 | Bosque | |
| 46 | 652954 | 1651696 | Bosque | |
| 47 | 653154 | 1650184 | Sin Uso | |
| 48 | 653361 | 1649563 | Bosque | |
| 49 | 653141 | 1649280 | Bosque | |
| 50 | 653486 | 1649052 | Bosque | |

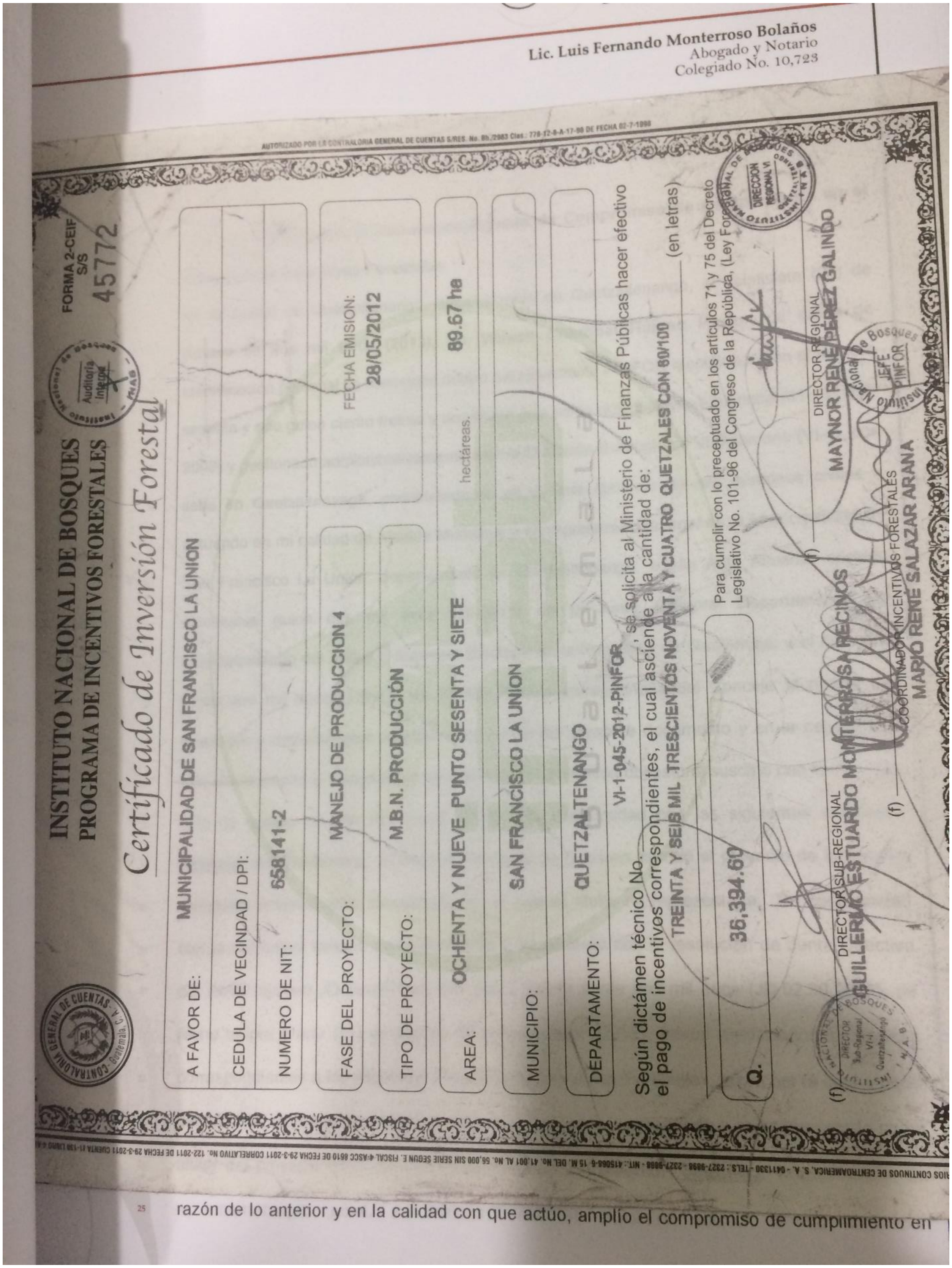
**Lugar:** San Francisco La Unión **Fecha:** 28-08-2017 **Hoja No.** 2

Periodo 2002-2016

## G) Fotos de entrevistas estructuradas a líderes comunitarios



**H) Plan de saneamiento forestal**



Lic. Luis Fernando Monterroso Bolaños
Abogado y Notario
Colegiado No. 10,723

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES

FORMA 2-CEIF
S/S
45772

Certificado de Inversión Forestal

| | |
|---|---|
| A FAVOR DE: | MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO LA UNION |
| CEDULA DE VECINDAD / DPI: | |
| NUMERO DE NIT: | 658141-2 |
| FASE DEL PROYECTO: | MANEJO DE PRODUCCION 4 |
| TIPO DE PROYECTO: | M.B.N. PRODUCCIÓN |
| FECHA EMISION: | 28/05/2012 |
| AREA: | OCHENTA Y NUEVE PUNTO SESENTA Y SIETE hectáreas. 89.67 ha |
| MUNICIPIO: | SAN FRANCISCO LA UNION |
| DEPARTAMENTO: | QUETZALTENANGO |

Según dictámen técnico No. VI-1-045-2012-PINFOR, se solicita al Ministerio de Finanzas Públicas hacer efectivo el pago de incentivos correspondientes, el cual asciende a la cantidad de:
TREINTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO QUETZALES CON 60/100 (en letras)

Q. 36,394.60

Para cumplir con lo preceptuado en los artículos 71 y 75 del Decreto Legislativo No. 101-96 del Congreso de la República, (Ley Forestal)

(f) DIRECTOR SUB-REGIONAL GUILLERMO ESTUARDO MONTERROSA RECINOS

(f) DIRECTOR REGIONAL MAYNOR RENÉ PÉREZ GALINDO

(f) COORDINADOR INCENTIVOS FORESTALES MARIO RENÉ SALAZAR ARANA

razón de lo anterior y en la calidad con que actúo, amplío el compromiso de cumplimiento en

Instituto Nacional de Bosques

Guatemala

Instituto Nacional de Bosques
inab Folio No. -86-

REGION FORESTAL VI
DE OCCIDENTE
Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán y Sololá.

## LICENCIA FORESTAL 61-918-018-1.2-2008

El Director Regional VI, del Instituto Nacional de Bosques, con base en la resolución No. 61-918-019-1.2-2008 de fecha catorce de Abril del año dos mil ocho emitida por el Ing. Agr. Maynor René Pérez Galindo, Director Regional VI en la ciudad de Quetzaltenango, resuelve autorizar la licencia por Saneamiento Forestal para implementar plan Sanitario del Municipio de San Francisco la Unión a ejecutarse en la finca propiedad de la Municipalidad del Municipio de San Francisco la Unión, Departamento de Quetzaltenango.

### 1. VOLUMENES AUTORIZADOS:

Para la implementación del plan Sanitario del Municipio de San Francisco la Unión, el volumen correspondiente del Saneamiento forestal autorizado es de: seis cuatrocientos punto veinte metros cúbicos de troza y leña (6,400.20) en un área de treinta y tres punto cuarenta y cuatro hectáreas (33.44 has) describiéndose la clase de productos autorizados a extraer en el cuadro siguiente:

| ESPECIE | AREA (Has) | VOLUMEN (M3) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | TROZA | LEÑA | TOTAL |
| Pinus rudis | 33.44 | 696.60 | 5,703.60 | 6,400.20 |
| **TOTAL** | 33.44 | 696.60 | 5,703.60 | **6,400.20** |

### 2. RESPONSABLES:

El Titular y el Regente Forestal de la Licencia de Saneamiento Forestal son los responsables de la correcta ejecución del Plan Sanitario de la finca y del cumplimiento de los compromisos adquiridos en la Resolución No. 61-918-019-1.2-2008.

| Titular, Representante Legal/Regente | No. Cedula/RNF |
|---|---|
| Municipalidad de San Francisco La Unión, Quetzaltenango. Miguel González Gómez | I-9 1,364 |
| Martha Julia Tax | 1,351 |

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
DIRECCION REGIONAL VI
Quetzaltenango

REGION VI
Quetzaltenango
4a. Calle 21-53, Zona 3
Quetzaltenango
Tel.: 7767-0708
Sub-Región VI-1 Quetzaltenango
Sub-Región VI-2 San Marcos
Sub-Región VI-3 Totonicapan
Sub-Región VI-4 Sololá
E-mail: region6@inab.gob.gt

**"MAS BOSQUES PARA EL DESARROLLO DE GUATEMALA"**

Instituto Nacional de Bosques
inab Folio No. -87-

Guatemala

Hoja No.02

## LICENCIA FORESTAL 61-918-018-1.2-2008

3. **PAGOS Y GARANTIAS:**

El propietario de la Licencia Garantiza los compromisos adquiridos ante el INAB, mediante los documentos siguientes:

3.1. Administración Regional VI:

| VALOR DE LA MADERA EN PIE | |
|---|---|
| COMPROBANTE DE PAGO NUMERO | Mediante Escritura Pública Numero Setenta y Nueve (79), ante el abogado y Notario Elvis Roberto Rodas Rodas, La Municipalidad de San Francisco Otorga Contrato de Reconocimiento de Deuda antes de cumplirse dos meses de Haberse iniciado el Saneamiento forestal. |
| MONTO A CANCELAR | Q.15,926.28 |

3.2. Sub-Región VI-1:

| COMPROMISOS DE REFORESTACION | |
|---|---|
| DOCUMENTO DE GARANTIA | Licencia Forestal 61-918-018-1.2-2008 |
| VALOR QUE CUBRE LA GARANTIA | Q.378,875.20 monto que deberá hacer efectivo al INAB al incumplimiento del compromiso adquirido. |
| AREA DEL COMPROMISO | 33.44 Hectáreas. |
| MODALIDAD DEL COMPROMISO | Manejo de Plantación con Cupressus lusitánica, Pinus rudis, Pinus patula y Pinus ayacahuite en fajas alternas. |
| VIGENCIA DE LA GARANTIA | 14 de Mayo del 2008 al 31 de octubre del 2014. |

4. **VIGENCIA:**

a. La presente licencia tiene una vigencia de 7 años para la implementación del plan Sanitario Forestal del municipio de San Francisco La Unión Quetzaltenango, a partir de su notificación.

b. **PARA EL TRABAJO DE APEO, QUEMA DE INOCULOS, EXTRACCION Y TRANSPORTE UNA VIGENCIA COMPRENDIDA DEL 14 DE MAYO DE 2008 AL 30 DE MAYO DE 2009.**

**"MAS BOSQUES PARA EL DESARROLLO DE GUATEMALA"**

Instituto Nacional de Bosques

REGION VI
Quetzaltenango
4a. Calle 21-53, Zona 3
Quetzaltenango
Tel.: 7767-0708
Sub-Región VI-1 Quetzaltenango
Sub-Región VI-2 San Marcos
Sub-Región VI-3 Totonicapán
Sub-Región VI-4 Sololá
E-mail: region6@inab.gob.gt

Instituto Nacional de Bosques

Folio No. -88-

Hoja No.03

## LICENCIA FORESTAL 61-918-018-1.2-2008

5. **UTILIZACION DE MOTOSIERRAS:**

En cumplimiento al Decreto 122-96 Ley de Motosierras en la fase de aprovechamiento se utilizarán motosierras debidamente registradas en el INAB siendo la siguiente:

5.1. Motosierra marca Husqvarna, Serie 1127-791-10000 a nombre del señor José Agustín López Paxtor, registro ante el INAB No. MT-605785.2008.

5.2. Motosierra marca Husqvarna, serie 361806648, a nombre del señor Julio Ordóñez Gonzáles, Registro en el Inab. No. En Proceso.

5.3. Motosierra marca Husqvarna, serie 361807172, a nombre del señor Rigoberto Matul Gonzáles, Registro en el Inab. No. En Proceso.

5.4. Motosierra Marca Husqvarna, serie 9610624-042920406, a nombre del señor Rigoberto Matul Gonzáles, Registro en Inab, proceso de asignación.

6. **TRANSPORTE:**

6.1 Algunos de Los productos forestales autorizados mediante la presente licencia de Saneamiento serán transportados a través de Notas de Envío de bosque licencia o concesión forestal de la No. 154706 a la a la 154755 (50 Notas de Envío), y se entregarán al regente y al titular para su administración y uso correcto, quienes informarán a su debido tiempo.

7. **ROTULACION DE LA FINCA:**

Deberá rotularse a la entrada de la Finca o en un lugar visible, identificando la Licencia autorizada para el Saneamiento Forestal la cuál será verificada por personal del INAB, de la Región Forestal VI.

**FECHA DE EMISION: CATORCE DE MAYO DEL AÑO DOS MIL OCHO**

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES DIRECCION REGIONAL VI Quetzaltenango INAB

Ing. Agr. Maynor René Pérez Galindo
Director Regional VI
INAB Occidente

C.c. Municipalidad de San Francisco La Unión, Quetzaltenango.
C.c. Expediente Sub-Región VI-1
C.c. Archivo Región VI

**"MAS BOSQUES PARA EL DESARROLLO DE GUATEMALA"**

Instituto Nacional de Bosques
Guatemala
inab

REGION VI
Quetzaltenango
4a. Calle 21-53, Zona 3
Quetzaltenango
Tel.: 7767-0708
Sub-Región VI-1 Quetzaltenango
Sub-Region VI-2 San Marcos
Sub-Región VI-3 Totonicapan
Sub-Región VI-4 Solola
E-mail: region6@inab.gob.gt

Folio No. -251-

Instituto Nacional de Bosques
Guatemala
inab

# REGION FORESTAL VI
# DE OCCIDENTE

Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán y Sololá.

Prorroga de tiempo y ampliación de volumen y área de Saneamiento.

## RESOLUCION No. 61-918-028-1.2-2009

(VEINTISIETE DE JULIO DEL AÑO DOS MIL NUEVE)

Se tiene a la vista para resolver la solicitud del señor Miguel González Gómez, Alcalde Municipal y Representante Legal de la MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO LA UNION para implementar PRORROGA EN TIEMPO Y AMPLIACIÓN DE VOLUMEN Y DE AREAS de Saneamiento forestal que se implementa en el área boscosa municipal, en finca de su propiedad, denominada FINCA MUNICIPAL, propiedad que demuestra mediante Certificación del Segundo Registro de la Propiedad Inmueble, finca No. 3095, folio 266 del Libro 27 del Departamento de Quetzaltenango, ubicada geográficamente en Latitud Norte entre 14º 56' 0.357" y Longitud Oeste 91º 32' 29.6" y políticamente en aldeas Pala, Paxan, Tzanjuyup y Chuistancia del Municipio de San Francisco La Unión, Departamento de Quetzaltenango según modificaciones del plan de Saneamiento elaborado por el Regente Forestal Marta Julia Tax con registro en el Inab, No. 1,351..

**CONSIDERANDO:**

Que el Decreto No. 101-96, Ley Forestal, establece que el Instituto Nacional de Bosques, INAB, es el órgano de dirección y autoridad del Sector Público Agrícola, en materia forestal y que como tal es la única que puede emitir la licencia que será la autorización para implementar el Plan de Manejo Forestal y que cualquier aprovechamiento forestal de madera u otros productos leñosos, excepto los de consumo familiar, los de plantaciones voluntarias y sistemas agroforestales plantados voluntariamente, podría hacerse solamente con licencia que el INAB, otorgará exclusivamente al propietario o poseedor legítimo del terreno o del área forestal

**CONSIDERANDO:**

Que el Reglamento de la Ley Forestal, faculta a los Directores regionales, para Aprobar y denegar planes de Manejo Forestal en todas sus modalidades de Manejo forestal, Cambio de Uso del suelo, Saneamiento, Salvamento Forestal, Estudios de Capacidad de uso de la Tierra, fines cientificos etc.

**CONSIDERANDO:**

Contenido de resolución No. 61-918-019-1.2-2008 y los informes Técnico No. VI-1/AR/003/2009 de Augusto Alfonso Recinos Rodas y Oficio DSRVI-1-No.081-2009 recomendación de aprobación de la prorroga de tiempo y ampliación del Volumen y Área de Saneamiento por parte del Director Sub-regional VI-1 de Inab de Quetzaltenango Sergio Antonio Aguilar Pérez, criterio que comparte la Dirección Regional VI.

DIRECCION REGIONAL VI Quetzaltenango INAB

**"MAS BOSQUES PARA EL DESARROLLO DE GUATEMALA"**

-53, Zona 3
ango, Tel.: 7767-0708
VI-1 Quetzaltenango
531
VI-2 San Marcos
105
VI-3 Totonicapán
044
VI-4 Sololá
513
on6@inab.gob.gt

de los incentivos Forestales, asimismo mi representada La Municipalidad de San Francisco la Unión, se compromete a lo siguiente: a) Permitir el ingreso al bosque por parte del personal

Instituto Nacional de Bosques
Instituto Nacional de Bosques
Folio No. -78-

**Ecología** Plaga ataca bosques del área de Quetzaltenango y municipios aledaños

# Gorgojo de pino ataca bosques quetzalteco

Foto laNoticia

En la fotografía se aprecian ya pinos que han sido atacados por el gorgojo y cuyas hojas se observan de color café, señal de que se encuentran en fase terminal.

POR EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

**La plaga del Gorgojo de Pino, que cada cierto tiempo azota los bosques guatemaltecos, ha sido detectada en las zonas montañosas de los municipios de Quetzaltenango, Cajolá, San Juan Ostuncalco, La Esperanza, San Francisco La Unión y San Miguel Sigüilá. Las autoridades a cargo han iniciado el proceso para detener la muerte de árboles en la región.**

El Gorgojo de Pino no es una plaga nueva para los habitantes del área. De esa cuenta, vecinos se han comunicado a las instancias respectivas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA, para trabajar en conjunto su detención.

De acuerdo con especialistas, si bien el gorgojo es una plaga que aparece de cuando en cuando, se ve favorecida por factores como incendios forestales, mínima población de enemigos naturales, falta de manejo forestal, bosques maduros, prácticas inadecuadas de ocoteo y resinación o soprepastoreo.

De no hacerse ningún trabajo en su contra, el gorgojo avanza a otros bosques sanos, hasta aniquilarlos.

**Acciones del INAB**

De acuerdo con Sergio Aguilar, Subdirector General del INAB, "este es un insecto que siempre convive con la naturaleza, pero cuando incrementa la población se vuelve un problema para los árboles", indicó.

EL INAB tiene como misión detectar los brotes principales, luego informan a las municipales respectivas de las aéreas afectadas, en San Francisco la Unión se contrató un técnico específico para que realice un plan. El gorgojo se puede atacar únicamente con un plan de saneamiento, este consiste en eliminar los árboles infectados y quemar la corteza, para esto se debe emitir una licencia y así talarlos.

En San Miguel Sigüilá, ya se realizan estas actividades, pues es uno de los lugares más perturbados. El INAB espera que para abril o mayo, este problema esté resuelto, ya que están en la etapa exacta se evitan más brotes.

Aguilar, finalizó diciendo: "Invito a la población, que si saben de cualquier indicio de plaga, en especial de gorgojo, informen al Instituto de Áreas Protegidas, para tomar las medidas correspondientes y salvar los bosques".

**Cortar y aprovechar**

La mejor forma de frenar la plaga del gorgojo es eliminar los árboles infectados.

De acuerdo con especialistas del Sistema Nacional de Sanidad Forestal, Sanifor, si la comunidad tiene el deseo de aprovechar los productos y subproductos de los árboles, debe hacerlo de una manera adecuada teniendo cuidado de transportar al gorgojo a otras áreas de bosque, por eso debe hacerse con el apoyo de personal técnico.

Para que el gorgojo ya se traslade, se recomienda descortezar el pino y quemar la cáscara, para que los gorgojos que todavía no han salido del árbol se mueran y ya no puedan matar a otros pinos dentro del bosque.

**Reforestar**

Luego de haber saneado el área de árboles enfermos, es importante para la continuidad de los bosques, sembrar nuevos árboles.

Se recomienda la reforestación con árboles cuyas variedades sean más resistentes a las plagas, como el caso del encino pero siempre manteniendo el pino común, que es parte de la naturaleza propia de la región del altiplano guatemalteco.

Foto laNoticia

La identificación temprana de los brotes de gorgojo, permite poder controlarlo y evitar su propagación.

**Bosques** Adecuado manejo de los recursos de la naturaleza

# ¿Qué son las plagas forestales?

**Consideradas como uno de los principales factores de disturbio en un bosque (deformaciones, pérdida del crecimiento, debilitamiento y muerte del arbolado). La entomología forestal comprende el estudio del hábitat y ciclos de vida de los insectos que viven en los bosques y selvas.**

Una plaga es una población de insectos, animales o plantas que surgen cuando se ha roto el equilibrio en el ecosistema y produce daños a los bosques y selvas.

De acuerdo con información proporcionada por el INAB, lo más relevantes sobre las plagas forestales, sus efectos y tratamiento:

**Causas de las plagas**

- Sociales. Talas clandestinas y ocoteo, pastoreo, cambios de uso de suelo, litigios, incendios, falta de cultura forestal.
- Económicas. Falta de recursos para la detección y combate oportuno de agentes dañinos.
- Técnicas. Aplicación deficiente en el manejo silvícola, personal incapacitado.
- Naturales. Disturbios por cambios meteorológicos, contaminación, insectos patógenos secundarios.

**Tipos de insectos y efectos**

- Descortezadores. Pérdida económica en un 25% por depredación de productos. Pérdida de la cubierta forestal por muerte del arbolado.
- Defoliadores. Reducción del 48 al 67% en el incremento del diámetro. Pérdida de vigor.
- Barrenadores de conos y semillas. Reducción en la producción de semilla, regeneración y deformación del arbolado.
- Brotes y yemas. Reducción del crecimiento. Pérdidas económicas por depreciación de la madera.
- Plantas parásitas. Deformación del arbolado. Reducción del incremento de los árboles.
- Muerte del arbolado. Debilitamiento del arbolado. Cuadro Impacto causado por las plagas y enfermedades.

**Combate de plagas forestales**

- Mecánico. Derribar árboles infectados.
- Químicos. Usos de insec