

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



INFORME FINAL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE MORALES.

EDGAR DANIEL PÉREZ MONROY

IZABAL, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



INFORME FINAL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE MORALES.

EDGAR DANIEL PÉREZ MONROY

COORDINADOR MSc. Ing. Agr. RICARDO ALFONSO BARRIENTOS RENEAU

Izabal, Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ACTA No. 5

EVALUACIÓN FINAL

La evaluación del ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, está regulado en el artículo 27 del normativo del ejercicio profesional supervisado, que establece tres etapas que conforman el EPS, cada uno con ellos valoración sobre 100 puntos; el artículo 28 establece que el estudiante para la aprobación del EPS debe al menos tener el 61% de la ponderación de las tres etapas descrita en el artículo 27.

El Infrascrito asesor de EPS tuvo a la vista las evaluaciones de las etapas contenidas para el Ejercicio Profesional Supervisado del estudiante Edgar Daniel Pérez Monroy con Carne 201340183 quien desarrollo su EPS en la unidad de práctica Municipalidad de Morales.

No.	Actividad	Punteo
1	SEMINARIO I Diagnóstico Ambiental y Planificación de actividades.	5
1.1	Evaluación de Seminario.	18
2	Ejecución del plan de actividades de Gestión Ambiental	23
2.1	Ponderación Unidad de Practica	18
3	Elaboración y presentación de informe final (Seminario II)	5
3.1	Evaluación de Seminario II de EPS.	17
TOTAL		86

El infrascrito Asesor del EPS hace constar por este acto, que el estudiante Edgar Daniel Pérez Monroy con Carne 201340183, obtuvo un punteo total 86 puntos. Puerto Barrios, Octubre 27 de 2017.

Ing. Agr. Giovanni Zamora Morales
Asesor de EPS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
APÉNDICE	v

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA	4
3.1. Descripción de la unidad de práctica	4
3.1.1. Historia	4
3.1.2. Ubicación geográfica	5
3.1.3. Estructura administrativa	7
3.2. Caracterización socioeconómica	11
3.2.1. Área de influencia	11
3.2.2. Población general y/o beneficiaria	11
3.2.3. Índice de desarrollo humano	15
3.3. Descripción de ambiente físico y biótico	21
3.3.1. Aspectos geológicos regionales	21
3.3.2. Suelos	23
3.3.3. Clima	25
3.3.4. Hidrología	25
3.3.5. Calidad del agua	27
3.3.6. Vulnerabilidad a desastres	28
3.3.7. Amenazas naturales (erosión, inundaciones y otros)	29
3.3.8. Flora	31

3.3.9. Fauna	31
3.3.10. Áreas protegidas y ecosistemas	31
3.3.11. Zonas de vida	34
3.4. Identificación de problemas ambientales	36
3.4.1. Análisis FODA de la unidad	36
3.4.2. Problemas ambientales de la unidad	37
3.4.3. Principales impactos ambientales en la unidad	39
4. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A DESARROLLDO	40
4.1. Elaboración de Política Municipal para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos	
Domiciliares	40
4.1.1. Descripción.....	40
4.1.2. Objetivos	40
4.1.3. Meta.....	41
4.1.4. Procedimiento.....	41
4.1.5. Recursos (físicos y humanos requeridos).....	41
4.1.6. Resultado	42
4.1.7. Conclusión.....	42
4.2. Diagnóstico de la problemática de la basurera municipal con respecto al manejo, monitoreo y control, así como otros datos sobre desechos y residuos sólidos.....	43
4.2.1. Descripción.....	43
4.2.2. Objetivo.....	43
4.2.3. Meta.....	44
4.2.4. Procedimiento.....	44
4.2.5. Recursos (físicos y humanos requeridos).....	45
4.2.6. Resultados	45
4.2.7. Conclusión.....	60
4.3. Determinación de caudal de la fuente principal de agua para consumo urbano.	62
4.3.1. Descripción.....	62
4.3.2. Objetivo	62
4.3.3. Meta.....	62
4.3.4. Procedimiento.....	63

4.3.5. Recursos (físicos y humanos requeridos)	63
4.3.6. Resultados.....	64
4.3.7. Conclusión	72
4.4. Caracterización de los principales efluentes de aguas residuales en el casco urbano.	73
4.4.1. Resultado	73
4.4.2. Conclusión	91
5. CONCLUSIONES.....	92
6. RECOMENDACIONES.....	94
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
8. APÉNDICE.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consejo Municipal de Morales 2016-2020.	7
Tabla 2. Población proyectada histórica del municipio de Morales.	13
Tabla 3. Población proyectada futura del municipio de Morales.	14
Tabla 4. Riesgos municipales.	30
Tabla 5. Análisis FODA de la unidad de práctica.	36
Tabla 6. Porcentaje de composición de subproductos por estrato.	51
Tabla 7. Tipo de vivienda.	53
Tabla 8. Cantidad de personas por genera.	54
Tabla 9. Cantidad de usuarios que utilizan el tren de aseo.	54
Tabla 10. Que hacen los usuarios con la basura.	55
Tabla 11. Cantidad de usuarios dispuestos a separar la basura.	56
Tabla 12. Usuarios que les gustaría contar con tren de aseo y un sistema de clasificación.	56
Tabla 13. Precio dispuesto a pagar por los usuarios.	57
Tabla 14. Tratamiento de aguas residuales de los usuarios.	58
Tabla 15. Disposición de pago por servicio de tratamiento de aguas residuales.	60
Tabla 16. Profundidad y tiempo de aforo 1 sección 1.	68
Tabla 17. Profundidad y tiempo de aforo 1 sección 2.	69
Tabla 18. Profundidad y tiempo de aforo 2 sección 1.	70

Tabla 19. Profundidad y tiempo de aforo 2 sección 2.....	71
Tabla 20. Datos de laboratorio Milla 37.	75
Tabla 21. Cuadro comparativo Milla 37.	76
Tabla 22. Datos de laboratorio Santa Bárbara I.	77
Tabla 23. Cuadro comparativo Santa Bárbara I.	78
Tabla 24. Datos de laboratorio Santa Bárbara II.....	79
Tabla 25. Cuadro comparativo Santa Bárbara II.....	80
Tabla 26. Datos de laboratorio Las Flores II.....	81
Tabla 27. Cuadro comparativo Las Flores II.	82
Tabla 28. Datos de laboratorio Las Flores I.	83
Tabla 29. Cuadro comparativo Las Flores I.....	84
Tabla 30. Datos de laboratorio Colonia Hábitat.....	85
Tabla 31. Cuadro comparativo Colonia Hábitat.	86
Tabla 32. Datos de laboratorio Motagua II.	87
Tabla 33. Cuadro comparativo Motagua II.	88
Tabla 34. Datos de laboratorio Motagua I.	89
Tabla 35. Cuadro comparativo Motagua I.	90
Tabla 36. Producción promedio por lb/hab/día en Morales.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización de la unidad de práctica.	6
Figura 2. Organigrama administrativo de la Municipalidad de Morales.	9
Figura 3. Organigrama administrativo UGAM, Municipalidad de Morales.....	10
Figura 4. Mapa geológico del municipio de Morales.	22
Figura 5. Mapa de serie de suelos del municipio de Morales.	24
Figura 6. Mapa de áreas protegidas del municipio de Morales.	33
Figura 7. Mapa de zonas de vida del municipio de Morales.....	35
Figura 8. Mapa de localización de la basurera municipal.....	46
Figura 9. Problema de espacio en la basurera municipal.	48
Figura 10. Segregación de subproductos.	49

Figura 11. Porcentaje de vivienda por tipo.....	53
Figura 12. Porcentaje de cantidad de personas por género.....	54
Figura 13. Porcentaje de usuarios que si utilizan el tren de aseo y no lo utilizan.	55
Figura 14. Porcentaje de que hacen con la basura los usuarios.....	55
Figura 15. Porcentaje de usuarios que si estarían dispuestos a separar la basura.....	56
Figura 16. Porcentaje de usuarios que les gustaría contar con tren de aseo.	57
Figura 17. Porcentaje de precios dispuestos a pagar los usuarios.	58
Figura 18. Porcentaje de tipo de tratamiento por los usuarios.....	59
Figura 19. Porcentaje de usuarios que estarían dispuestos a pagar por el servicio.	60
Figura 20. Mapa de localización presa “Gary Bratcher”.....	65
Figura 21. Estructura de la presa.	66
Figura 22. Tanques de captación de la presa.	66
Figura 23. Pirámide de Kelsen marco legal ambiental de Guatemala.....	107

APÉNDICE

Apéndice A. Política de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliarios de Morales.	96
Apéndice B. Fotografías de la basurera municipal, condiciones y maquinaria utilizada.	125
Apéndice C. Fotografías del Parque Regional Municipal Montaña Chiclera, río y sendero.....	125
Apéndice D. Fotografías de toma de muestras en campo de las aguas residuales por lugar.	126
Apéndice E. Manual de puesto y función de la unidad de gestión ambiental.	129

1. INTRODUCCIÓN

La Municipalidad de Morales pertenece a un conjunto de gobiernos locales a nivel nacional, con cierta jurisdicción territorial establecida, que se encuentra destinada a la administración pública y la gestión de sus recursos naturales con un enfoque hacia un desarrollo económico, social y ambiental eficiente y sostenible para el bienestar común de la población.

El municipio de Morales posee el privilegio de estar ubicado en una región con una cantidad de recursos naturales aprovechables, esto se debe a que el departamento de Izabal es una de las mayores fuentes de biodiversidad del país, tanto en sus componentes bióticos, como la flora y fauna, y abióticos como los sistemas hídricos y los suelos.

Para el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS– de seis meses que se realizó en la Unidad de Gestión Ambiental –UGAM– de la municipalidad de Morales, departamento de Izabal, se formuló un diagnóstico ambiental y un plan de actividades de gestión ambiental según lo indica el normativo de –EPS–, por lo que toda información, caracterización o diagnóstico realizado durante años anteriores, se recopiló, analizó y sintetizó con la finalidad de plasmar una caracterización con base en fundamentos actuales se identificaron los problemas ambientales que provocan una necesidad institucional y afecten a la misma población en el municipio.

Por lo tanto el presente documento elaborado presenta una situación actual de aspectos socioeconómicos, físicos y bióticos característicos del municipio, también la identificación de problemas ambientales en base a necesidades institucionales o de la población, o bien ya sea por carencia de información enfocada a la gestión ambiental de los recursos naturales que posee la región y el municipio de Morales en sí.

En respuesta a mencionados problemas diagnosticados e identificados se propuso un plan de actividades a desarrollar en un tiempo de seis meses, duración del –EPS–, que permitió dar soporte a cierta problemática ambiental del municipio a través de la fijación de un objetivo, meta y procedimiento preestablecido para cada actividad, que reúna los recursos físicos y humanos requeridos para su realización. Intentando así priorizar los problemas e impactos en base al alcance

y recurso institucional con el que cuenta la Unidad de Gestión Ambiental –UGAM– dentro de la municipalidad de Morales.

En los resultados obtenidos de las actividades realizadas se estableció una política municipal para el manejo de los desechos y residuos sólidos de tipo domiciliar, un diagnóstico base de la etapa de disposición final de los desechos y residuos sólidos en el municipio así como la realización de un censo socioeconómico en el casco urbano, una determinación del caudal principal de la presa que abastece el casco urbano mediante técnicas de aforo generando datos hídricos y dentro de las actividades no planificadas se realizó una caracterización de los principales efluentes de aguas residuales dentro del casco urbano en donde los resultados permitieron observar los niveles de contaminación de ciertos parámetros con límites máximos según el reglamento nacional, por último se elaboró un manual de puesto y función de la –UGAM– como soporte administrativo en el futuro

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Prestar servicios de gestión ambiental mediante un plan de actividades en el área de influencia de la unidad de práctica bajo parámetros establecidos y requeridos por el normativo del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS– en un tiempo de seis meses de duración.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Diagnosticar los aspectos descriptivos de la unidad de práctica, así como socioeconómicos, físicos y bióticos de su área de influencia.

2.2.2. Identificar los problemas ambientales con los que cuenta la unidad de práctica dentro de su área de influencia.

2.2.3. Definir un plan de actividades de gestión ambiental enfocadas al beneficio institucional y público para un tiempo determinado de 6 meses.

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

3.1. Descripción de la unidad de práctica

A continuación se describen algunos aspectos de la unidad de práctica.

3.1.1. Historia

Se considera que Morales ya era un pequeño caserío en 1,870 aunque como Aldea fue creada hasta el 5 de noviembre de 1,890 según Acuerdo Gubernativo con esa fecha y el 17 de noviembre de 1,904 se le anexo la aldea La Libertad.

Según se cuenta en el Diagnóstico Integral Municipal que en 1910, Morales era solo un pequeño conglomerado de ranchos de manaca construidos en medio de la selva y, su rutina solo era rotar por los frecuentes incendios forestales originados por viejas locomotoras a vapor que recorrían el entonces moderno sistema ferrocarrilero al Atlántico.

Es de mencionar que por gestiones de residentes en Morales, el 30 de agosto de 1910 el entonces presidente constitucional de Guatemala Lic. Manuel Estrada Cabrera, cedió conforme escrituras avaladas por el poder Ejecutivo, lotes de terrenos baldíos situados en lo que entonces podía considerarse el área de la aldea Moraleña. Estos lotes tenían como extensión superficial 12 caballerías, 48 manzanas y 3,432 varas cuadradas. Estas fincas quedaron registradas a favor de los morelenses como fincas rústicas, según números 4,122 y 4,123, folios 241 y 242 del tomo 48 de inscripciones del grupo norte, mismo que se encuentran en el Juzgado Municipal. Las mismas fueron unificadas según Diagnóstico Integral Municipal el 27 de abril de 1,925, quedando dicha escritura registrada con el número 320, folio 155 del libro 2 de Izabal, con autorización del Juez de Primera Instancia del Departamento, con sede en Puerto Barrios.

Una fecha memorable es la del 24 de junio de 1920, cuando para alegría de la pequeña comunidad de Morales, el presidente Carlos Herrera y el Secretario de Estado emitieron el acuerdo gubernativo que creaba el Municipio de Morales, Departamento de Izabal, asignándole su

respectiva jurisdicción. Se observó entonces la necesidad de elegir autoridades municipales recayendo la designación de la primera Alcaldía de Morales al hondureño Teodoro Murillo quién fungió en 1920. A partir de esta fecha se inicia una serie de alcaldes e intendentes municipales. Según Acuerdos Gubernativos del 24 de abril y 4 de diciembre de 1924, el Gobierno de la República autorizó la extensión de escrituras de propiedad sobre cada uno de los lotes poseídos por los vecinos morelenses de ese entonces.

Es interesante también el historial del edificio municipal, iniciado en 1930 cuando administraba el alcalde Presentación González García y gobernaba la Nación Lázaro Chacón.

Esta obra fue terminada en 1932 cuando era alcalde José Leiva. La cabecera municipal de Morales está dividida en dos grandes sectores: Morales y la Finca Bananera. La Finca Bananera surgió como sector poblacional alrededor de los años 20, guardando estrecha relación con el traslado del centro operacional de la UNITED FRUIT COMPANY desde la aldea Virginia hasta lo que hoy se conoce como finca bananera. Ciertamente, el adelanto de la cabecera municipal de Morales, arrancó a partir de las instalaciones de la –UFCO–.

3.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación del municipio de Morales es en las coordenadas geográficas 15°28'27.5'' latitud norte y 88°49'40.7'' longitud oeste (ver anexo 1), con una distancia de 248 km. de la ciudad capital y a 62 km de la cabecera departamental, accediendo por vía terrestre por la ruta CA-09 o también denominada Jacobo Arbenz Guzmán, el territorio cuenta con una extensión de 1,296.00 km², ubicándolo, en cuanto a su tamaño, en cuarto lugar entre los 5 municipios del departamento de Izabal.

El municipio de Morales colinda al norte con los municipios de Puerto Barrios y Livingston, al sur con la República de Honduras y el municipio de Los Amates, mientras que al Este con el municipio de Puerto Barrios y la República de Honduras y al Oeste con el municipio de Los Amates.

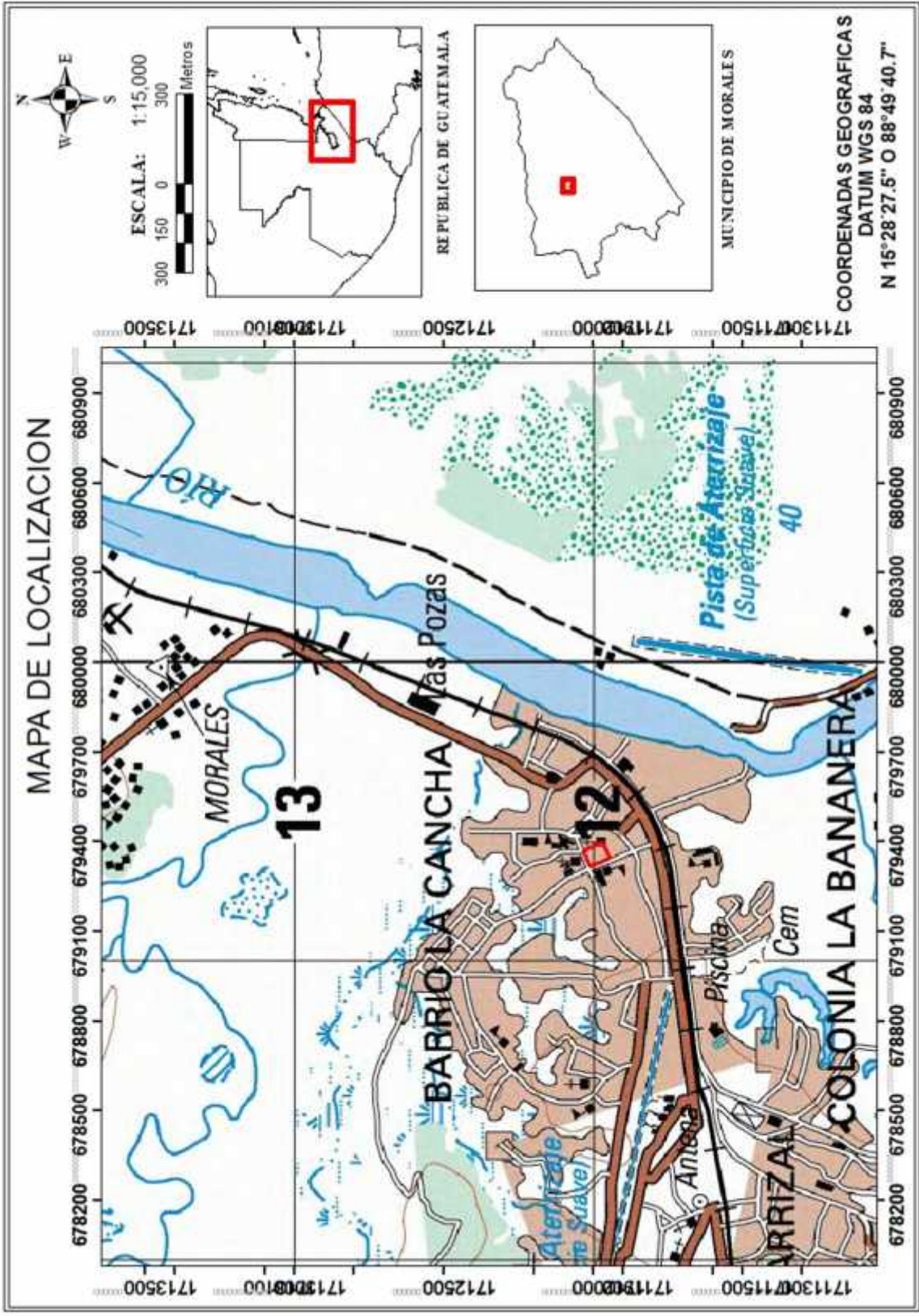


Figura 1. Mapa de localización de la unidad de práctica. Elaboración propia.

3.1.3. Estructura administrativa

División político-administrativa

El área urbana del municipio cuenta con: 23 barrios, 3 colonias, 2 lotificaciones, 77 fincas, 10 aldeas, 182 caseríos, 7 haciendas, 8 parajes y 3 parcelamientos.

Datos generales de la Municipalidad:

Tabla 1. Consejo Municipal de Morales 2016-2020.

Consejo Municipal	
Alcalde Municipal	Francisco Antonio Cappa Rosales
Síndico I:	Luis Alfonso Pacheco Oliva
Síndico II:	Conrado Emilio Moscoso Villagrán
Síndico suplente:	Roely Obed Cruz Pérez
Concejales I:	Cesar Armando Hernández Sagastume
Concejales II:	Gonzalo Arturo Juárez Monroy
Concejales III:	Evelyn Roxana Galeano Monroy
Concejales IV:	Luis Alexander Catalán Najarro
Concejales V:	Santiago Adinolfy Duarte Ruiz
Concejales VI:	Lemin Hemixael García López
Concejales VII:	Arnaldo Neftalí Normanns Morales
Concejales suplente I:	Aníbal Samuel Marroquín Hernández
Concejales suplente II:	Maynor Aníbal Castro Paíz
Concejales suplente III:	Carlos Adelky Carrillo Gonzales

Fuente: elaboración propia. Tomado de consejo municipal.

Misión

En el 2017, el gobierno municipal de Morales, Izabal habrá propiciado las condiciones iniciales indispensables para generar el desarrollo humano sostenible y sustentable dentro de su territorio, sobre la base de una eficiente y eficaz prestación de servicios públicos y administrativos que le permitirá constituirse en el eje articulador del desarrollo socio-económico de la región.

Visión

Somos un gobierno representativo de los sectores ciudadanos del municipio de Morales con múltiples requerimientos, en facilitar las herramientas y mecanismos para optimizar su calidad de vida; siendo un equipo comprometido y responsable que brinda soluciones eficientes y eficaces para cumplir con el mandato popular.

Las actividades principales que lleva a cabo la Dirección Municipal de Planificación –DMP– son:

- Diagnósticos comunitarios
- Gestión de proyectos
- Perfiles de proyectos
- Priorización de necesidades comunitarias
- Formulación de expedientes
- Coordinación de capacitaciones con diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales
- Apoyo a comunidades
- Supervisión de proyectos

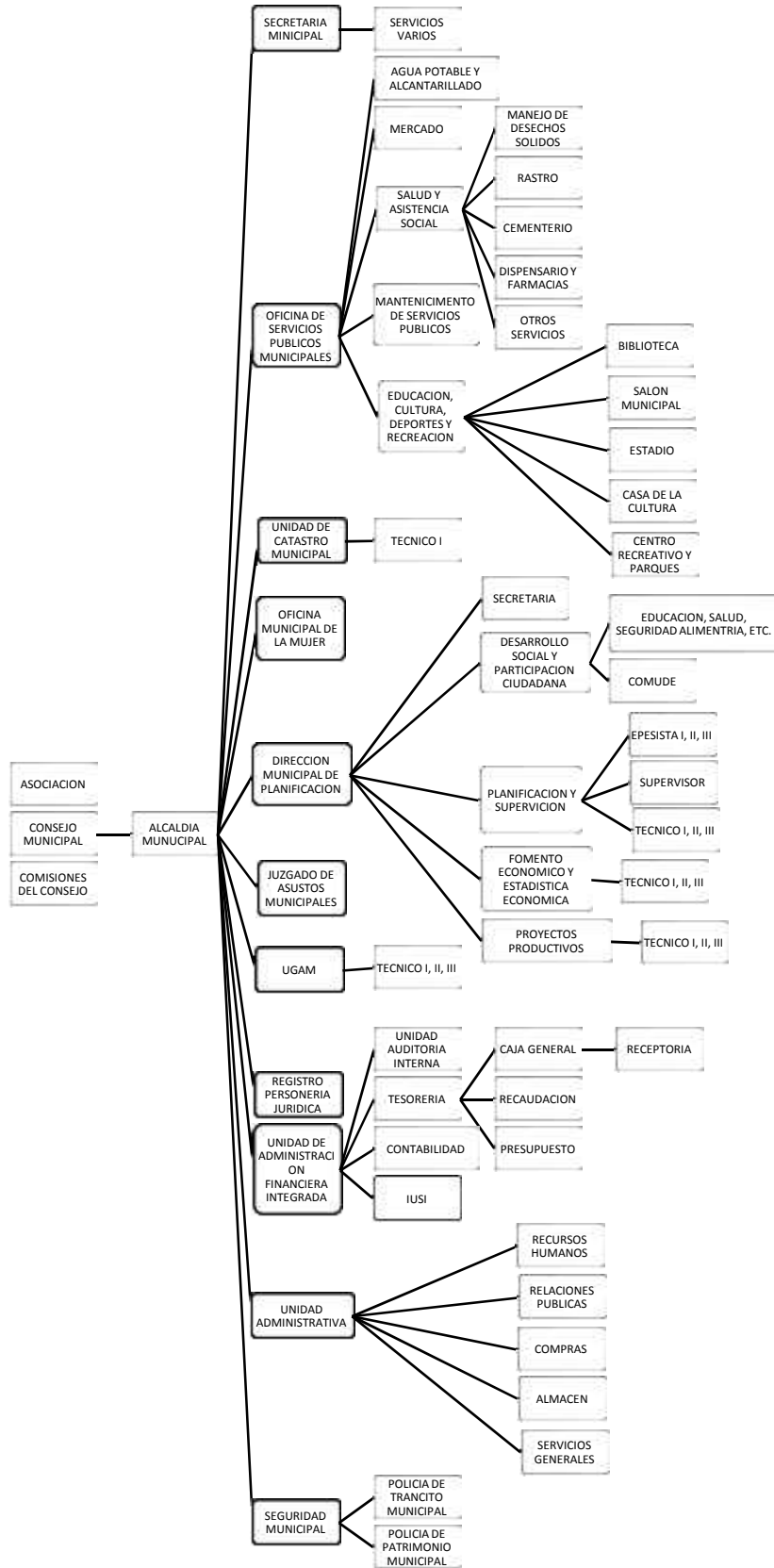


Figura 2. Organigrama administrativo de la Municipalidad de Morales. Tomado de la DMP.

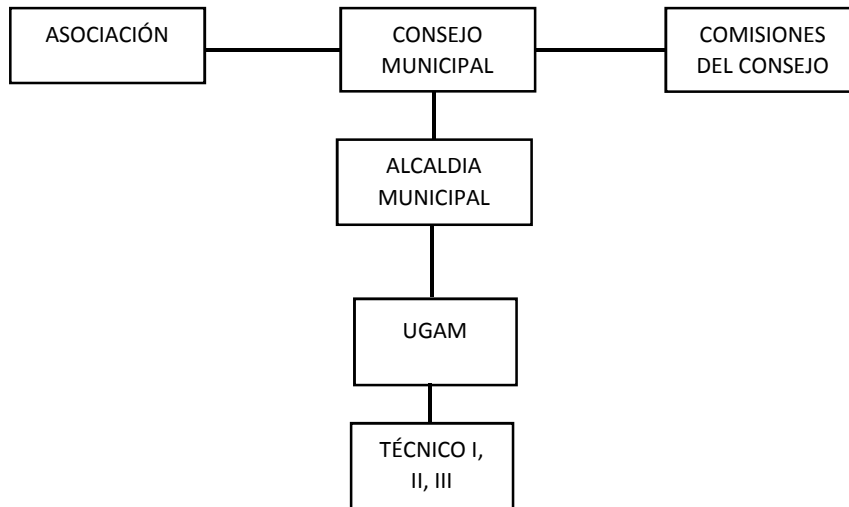


Figura 3. Organigrama administrativo UGAM, Municipalidad de Morales. Elaboración propia.

3.2. Caracterización socioeconómica

3.2.1. Área de influencia

El área de influencia de la unidad de práctica, también denominada Unidad de Gestión Ambiental –UGAM–, está delimitada por los servicios que presta en la jurisdicción de todo el municipio de Morales, departamento de Izabal, tanto en zona urbana como rural, por lo que todo problema, necesidad o plan de trabajo ambiental posible dentro de este ámbito espacial será considerado dentro del plan de actividades a desarrollar. Prácticamente el municipio completo, en toda su extensión, es el área de acción de esta unidad, siendo dependiente de la toma de decisiones que realice la Dirección Municipal de Planificación.

3.2.2. Población general y/o beneficiaria

El Plan de Desarrollo Municipal Morales, Izabal, 2010, indica que para el municipio de Morales, el Instituto Nacional de Estadística proyecta para el año 2010, que el municipio manifestaría una población de 109,847 habitantes de los cuales el 49.30% son hombres y el 50.70% son mujeres, dando la cantidad de 54,155 hombres y 55,692 mujeres respectivamente. En cuanto a la densidad poblacional tomada por el INE en el censo de 2002 el resultado fue de 85 hab/km², de acuerdo a la proyectada para 2010 es de 132 hab/km², es considerada la más alta del departamento y debido a esto, el índice rural en el municipio también es alto ya que la población se encuentra dispersa en esta área gracias a las condiciones topográficas del propio municipio (SEGEPLAN, 2010).

Para el año 2002 según el Instituto Nacional de Estadística –INE– los grupos de edad comprendida entre los 0 y 14 años representa un 43.21% de población que son “infanto juvenil”, de este mismo grupo el porcentaje de mujeres es del 50.08% y de hombres es de 49.92% lo que significativamente marca la relación equitativa entre niño-niña, mientras que el grupo de población en edades de 15-64 años (rango de edad para trabajar) ocupa el 52.65% en donde la relación aproximada es de 105 mujeres por cada 100 hombres. En términos generales los dos grupos dan

como resultado una paridad de géneros, con una mínima diferencia entre hombres y mujeres (SEGEPLAN, 2010).

Por último, tomando en cuenta esta información, se puede deducir que para el año 2010 la población infante-juvenil del municipio abarca un porcentaje significativo, por lo que la inversión a largo plazo debe enfocarse en esta población; de igual manera, al tener más de la mitad de la población en edad laboral, esto representa un fuerte reto para crear fuentes de empleo y lograr mantener un flujo económico estable y potenciar las actividades que generen ingresos para la población y el municipio.

En la actualidad la población ha crecido en cierto porcentaje tanto en las edades infantiles y adulto-juvenil, lo que requiere una mayor demanda para los servicios públicos que se prestan en el municipio, mejores condiciones educativas, sanitarias, recreativas y de seguridad, cada nuevo proyecto u obra deberá considerar elementos y aspectos que beneficien el bienestar común tanto de la población urbana como de la población rural, ya que esta última manifiesta índices de pobreza muy elevados.

En base a la tasa de crecimiento que se utilizó para la proyección de 2010, en la siguiente tabla se estima la población en los siguientes años, hasta el 2017. Población proyectada histórica del municipio de Morales.

Tabla 2. Población proyectada histórica del municipio de Morales.

Municipio de Morales, Izabal	
Población proyectada histórica, Tc: 2.451%	
Período: 2010-2017	
Año	Población total
2010	109847
2011	112539
2012	115298
2013	118124
2014	121019
2015	123985
2016	127024
2017	130137

Fuente: elaboración propia con base en el XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, INE, 2002.

Proyectando para el 2017, a una tasa de crecimiento del 2.451%, la cantidad de 130,137 habitantes, este resultado refleja un incremento estimado de 20,290 habitantes con respecto a la población del año 2010, esto en tan solo 7 años.

Basados en la tasa actual de crecimiento poblacional según el INE en la siguiente tabla se proyectó la población para 20 años más al municipio de Morales.

Tabla 3. Población proyectada futura del municipio de Morales.

Municipio de Morrales, Izabal	
Población proyectada futura, Tc: 2.51%	
Período: 2017-2037	
Año	Población total
2017	130137
2018	133403
2019	136752
2020	140184
2021	143703
2022	147310
2023	151007
2024	154798
2025	158683
2026	162666
2027	166749
2028	170934
2029	175225
2030	179623
2031	184131
2032	188753
2033	193491
2034	198348
2035	203326
2036	208430
2037	213661

Fuente: elaboración propia con base en el XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, INE, 2002.

A una tasa de crecimiento del 2.51% la población del año 2017 con 130,137 habitantes proyectados para los próximos 20 años obtenemos como resultado que para el año 2037 la población estimada será de 213,661, con una cifra de 83,524 habitantes más de diferencia con respecto para el año 2017. Es muy importante tomar en cuenta este tipo de proyecciones ya que sirven de aprovechamiento para el uso de los recursos naturales por parte de la población.

3.2.3. Índice de desarrollo humano

Salud:

El Plan de Desarrollo Municipal Morales, Izabal, Segeplan (2010) afirma que en el área de salud el municipio cuenta con un centro de salud tipo A, ubicado en el casco urbano, clínica de atención de enfermedad común del IGSS, también ubicado en el casco urbano, así como también existen varias clínicas y centros hospitalarios privados, hay un centro de salud tipo B, ubicado en la aldea Navajoa la cual se encuentra en la carretera CA-09 ruta hacia Puerto Barrios, también es importante mencionar la existencia de un Centro de Atención Integral Materno-Infantil (CAIMI) y otros centros de salud como clínicas periféricas, como Centros de Urgencias Médicas (CUM) y maternidades periféricas.

El municipio cuenta con dispensarios públicos, sanatorios y clínicas privadas, así también con una unidad del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social –IGSS– encargado de las enfermedades menores, por lo que es necesario y relevante un hospital nacional en el municipio ya que los más cercanos con la infraestructura y recursos necesarios se encuentran en el municipio de Puerto Barrios, siendo el Hospital Nacional Japón-Guatemala y una sede regional del IGSS respectivamente.

El Plan de Desarrollo Municipal Morales, Izabal, Segeplan (2010) indica que para el área rural hay ocho puestos de salud ubicados en las aldeas: Virginia, Cerritos, Playitas, Arapahoe Viejo, Mojanales, Rio Negro, Tenedores y Champona INTA, mientras que en otras aldeas se cuenta con 10 centros de convergencia ubicados en: Nuevo Paraíso, Cayuga, Cumbre del Rosario, Las Jaras, Barranca, Cucharas, San Isidro el Choco, San Fernandito, La Vegona y Mirador de Quebradas, un detalle importante es que la falta de cobertura en salud se representa en la zona montañosa del municipio, debido a su difícil acceso. Otra característica importante es que estos servicios en el área rural poseen una carencia y deficiencia en cuanto a la calidad de atención, por la falta de personal y medicamentos e insumos, esto genera poco personal capacitado para atender a la población rural del municipio y la falta de fármacos y medicamento también es otro problema en cuanto al tema de salud debido a la poca cobertura de farmacias también dentro del área rural.

Educación:

El Plan de Desarrollo Municipal Morales, Izabal, afirma que la cobertura educativa que presenta el municipio de Morales es: primaria 81% secundaria 26% y diversificado 14.92% es necesario resaltar que no solamente en la cabecera municipal se concentra la mayor cantidad de establecimientos educativos que prestan este servicio, sino que también se cuenta con institutos de educación básica en 20 aldeas: Tenedores, Picuatz, Cayuga, Darmouth, Cruce de Virginia, Los Andes, Nueva Esperanza, Oneida, Cerritos, Sioux, La Libertad, Arapahoe Viejo, San Isidro el Choco, El Cedro, El Totoposte milla 6, Finca Lanquin, Rio Negro, Playitas, Guaytán y en la cabecera se encuentra un instituto de educación básica público y 5 privados, dando como resultado la migración de estudiantes de las diferentes comunidades a estos centros educativos, remarcando que estas comunidades tienen un mejor acceso vehicular (Segeplan, 2010).

En cuanto a la educación de nivel primario el 82.24% se tiene cubierto en los centros poblados del municipio, sin embargo en algunas aldeas faltan espacios físicos que puedan responder a la necesidad de educación de la población de cada comunidad. También existe información sobre infraestructura educativa en riesgo debido a que su ubicación es en las cercanías del Río Motagua, siendo una zona vulnerable a deslaves e inundaciones, otro aspecto que afecta la calidad educativa es la insuficiencia de mobiliario y materiales didácticos, aunque los edificios se encuentren físicamente en buenas condiciones, esto se da prácticamente tanto en los establecimientos del área urbana como rural.

Un aspecto muy importante a considerar al cual están expuestos las edificaciones escolares es la vulnerabilidad ante eventos o fenómenos de tipo Hidrometeorológico ya que la mayoría de comunidades se encuentran ubicadas en las riberas del Río Motagua, y cada invierno son inundadas, en la historia hay dos hechos que se recuerdan por el tipo de gravedad que causaron siendo estos las tormentas tropicales Mitch y Agatha, entre los años 1,998 y 2,010 respectivamente.

Con respecto a la educación superior, el municipio cuenta con un centro regional de la USAC de parte del Centro Universitario de Izabal –CUNIZAB–, una extensión de la Facultad de Humanidades, una extensión de la Universidad Galileo, de la Universidad Mariano Gálvez, de la

Universidad Rural de Guatemala y de la Universidad Davinci, pero presentan una limitada oferta de carreras, las cuales no son afines a las necesidades al municipio y a su vocación agrícola.

El Plan de Desarrollo Municipal Morales, Izabal, menciona que una característica poblacional muy importante de remarcar es de qué 5 de cada 10 habitantes se encuentra en situación de pobreza, sin embargo un análisis más preciso indica que en el área urbana su índice de pobreza es del 15% lo que quiere decir que 2 de cada 10 habitantes sufren este indicador, lo que a diferencia significativa con el área rural en la cual el porcentaje de pobreza es de 55.61% es decir que 6 de cada 10 habitantes no cubren estas necesidades (Segeplan, 2010).

Por lo anterior expuesto es necesario hacer énfasis en la problemática rural del municipio ya que son los que más sufren estas precariedades y necesidades vinculadas a la pobreza. La seguridad alimentaria es un factor importante al que debe hacer frente la municipalidad de Morales y dar respuesta con el apoyo y coordinación de otras instituciones gubernamentales encargadas de este tema. Cabe mencionar que erradicar la pobreza extrema es uno de los objetivos de desarrollo a nivel internacional.

Fuentes de trabajo

El Plan de Desarrollo Municipal, Izabal, Segeplan (2010) manifiesta en la dimensión económica en su inciso a) de Empleo y migración, que 4 de cada 10 habitantes cuenta con la edad apta para laborar (36.08% del total poblacional es apta para trabajar), así mismo se puede indicar que 3 de cada 10 habitantes conforman la población económicamente activa y 6 forman o integran la que es económicamente inactiva (63.92%).

En el municipio hay 4 fábricas que producen una cantidad considerable de fuente de trabajo, dos de estas fuentes se encuentran en el casco urbano, siendo estas 2 fábricas de cajas y las otras dos se ubican en la aldea Champona la cual se dedica al cultivo y procesamiento de Palma Africana, mientras la otra ubicada en la Aldea las Pozas dedicada al acopio y procesamiento de hule.

Entre las principales fuentes de trabajo están las siguientes:

- COGUSA S.A: Corrugadora Guatemalteca Sociedad Anónima.
- CARTOGUA S.A. Cartones de Guatemala Sociedad Anónima.
- HULENORT: Hulera del Norte.
- GASOLINERAS: Texaco San José, Las Dos Shell, Esso, Texaco La Cumbre, Shell Cimarrón.
- BANANERA MAYA: Fincas de Asociados, Lourdes, Fátima, Trinitaria, Panajachel, Atlántico, Panorama, Panajachel II y El Paraíso.
- Diversas Fincas Ganaderas, así también en la explotación de recursos minerales como lo es la extracción de arena en el río Motagua.
- Prácticas Culturales (Jornal)
- Negocios Particulares como: Talleres de mecánica general y soldadura, restaurantes, comedores, hoteles, hospedajes, abarroterías, tiendas, super-mercados, industrias panificadoras, farmacias, clínicas privadas y sanatorios médicos (Hospitales), transporte urbano y extraurbano.

Infraestructura y servicios

Condiciones ambientales: El municipio de Morales es un vasto territorio rodeado de planicies extensas, ríos, riachuelos y quebradas, variedad de relieves topográficos, así como una amplia diversidad de fauna y flora, sin embargo es necesario e importante remarcar que algunas especies se encuentran en peligro de extinción, como lo es el manatí, las iguanas en lo que respecta en la región, entre otras especies de árboles del bosque húmedo.

Tipología de la vivienda: Existe una variedad de tipos de vivienda que podemos encontrar de los sistemas constructivos los cuales pueden ser de block, madera, adobe, bajareque y palopique, en cuanto a su cubierta o techo encontramos materiales como palma, lamina de zinc, lamina duralita, losa fundida y se ha introducido lo que es la losa prefabricada.

Infraestructura de servicios:

Energía eléctrica: en cuanto a este servicio muy indispensable y que debería estar al alcance de la población, no todos los pobladores cuentan con el servicio, principalmente en el área rural en donde el 41% aproximadamente cuenta con este servicio de energía eléctrica. Sin embargo hay que tomar en cuenta que en el área urbana es necesario el mantenimiento y restauración de ciertos sectores del tendido eléctrico, por lo que también es uno de los problemas a considerar.

Agua: el servicio en sí es muy irregular en algunas poblaciones pudiendo encontrar un rango entre el 100% hasta 25% de funcionamiento de la red, en donde el flujo es irregular, aunque para el área rural hay que tener en cuenta que su fuente principal de agua son ríos, quebradas, pozos artesanales o a menor escala como la captación de agua de lluvia.

Saneamiento y red de drenaje: el municipio cuenta con pozos ciegos, letrización y fosas sépticas, sin embargo la población no cuenta con un sistema de saneamiento o tratamiento que de una cobertura eficiente a los diferentes efluentes con mayor potencialidad contaminante del casco urbano.

Sistema vial: el municipio de Morales cuenta con calles adoquinadas, pavimentadas, empedradas y de terracería, también con señalización vial, con un pequeño aeropuerto que funciona para aterrizaje de aviones pequeños o avionetas.

Servicio de barrido: Este servicio se otorga solamente mediante el barrido manual y se lleva a cabo en las calles y avenidas principales del casco urbano, las cuales suman 5.3 kilómetros, además de 7,148 metros cuadrados de la plaza principal en donde mayormente se realiza este servicio.

Servicio de recolección de basura: Este servicio es otorgado por dos empresas privadas, cada una tiene 2 camiones de caja cerrada con una capacidad de 20.24 metros cúbicos, pero solamente uno es el que mantienen operando, quedando el sobrante en reserva. Cada una de las empresas efectúa un cobro mensual a sus clientes, con una tarifa para los domicilios de 30 quetzales y de 50

quetzales para los comercios. La cobertura aproximada del servicio por parte de las empresas es del 30 % de la población. Considerando que este servicio no cubre ni la mitad de la cobertura total del área.

Servicios básicos

Un considerable porcentaje de viviendas resultado del análisis de vulnerabilidad, se identificó que entre el 24 y 29% de estas, se encuentran ubicadas en zonas de peligro bajo las siguientes amenazas: deslizamientos, inundaciones, incendios, hundimientos, fallas geológicas, esto destaca que no se brinda la seguridad necesaria a los habitantes con respecto al tipo de vivienda, tomando en cuenta que para el año 2010 la media de vivienda es de 5.2 miembros (Segeplan, 2010).

Como en la mayoría de los poblados, comunidades y aldeas, sean del municipio de Morales o de otro municipio, al mencionar este tipo de servicios básicos, estos tienden a agravarse sobre todo en el área rural, provocando así una necesidad mayor en relación al crecimiento poblacional.

Para el año 2010 todos los barrios del casco urbano cuentan con agua potable, mientras que en el área rural la cobertura es de 79%, el porcentaje restante de viviendas se abastecen por medio de pozos artesanales, ríos, y en algunos casos utilizan poliducto para trasladar el agua. Esto quiere decir que la demanda requerida del recurso agua puede ser satisfecha para la mayor parte de la población del municipio.

3.3. Descripción de ambiente físico y biótico

A continuación se hace una descripción de los aspectos físicos y bióticos del municipio.

3.3.1. Aspectos geológicos regionales

En gran parte del territorio de Izabal, se encuentran: carbonatos, neocomianos-campanianos que incluye formaciones cobán, Ixcoy, campur, sierra madre y grupo yojoa (Ksd); rocas del período paleozoico, donde predominan las rocas metamórficas sin dividir, filitas, esquistas cloríticas y granatíferos, esquistos y gnesses de cuarzo (Pzm); los Aluviones Cuaternarios (Qa); Carbonífero – Pérmico (CPsr); y Predominan las fallas geológicas: inferidas y cubiertas, que se pueden observar gran cantidad de ellas (Segeplan, 2011).

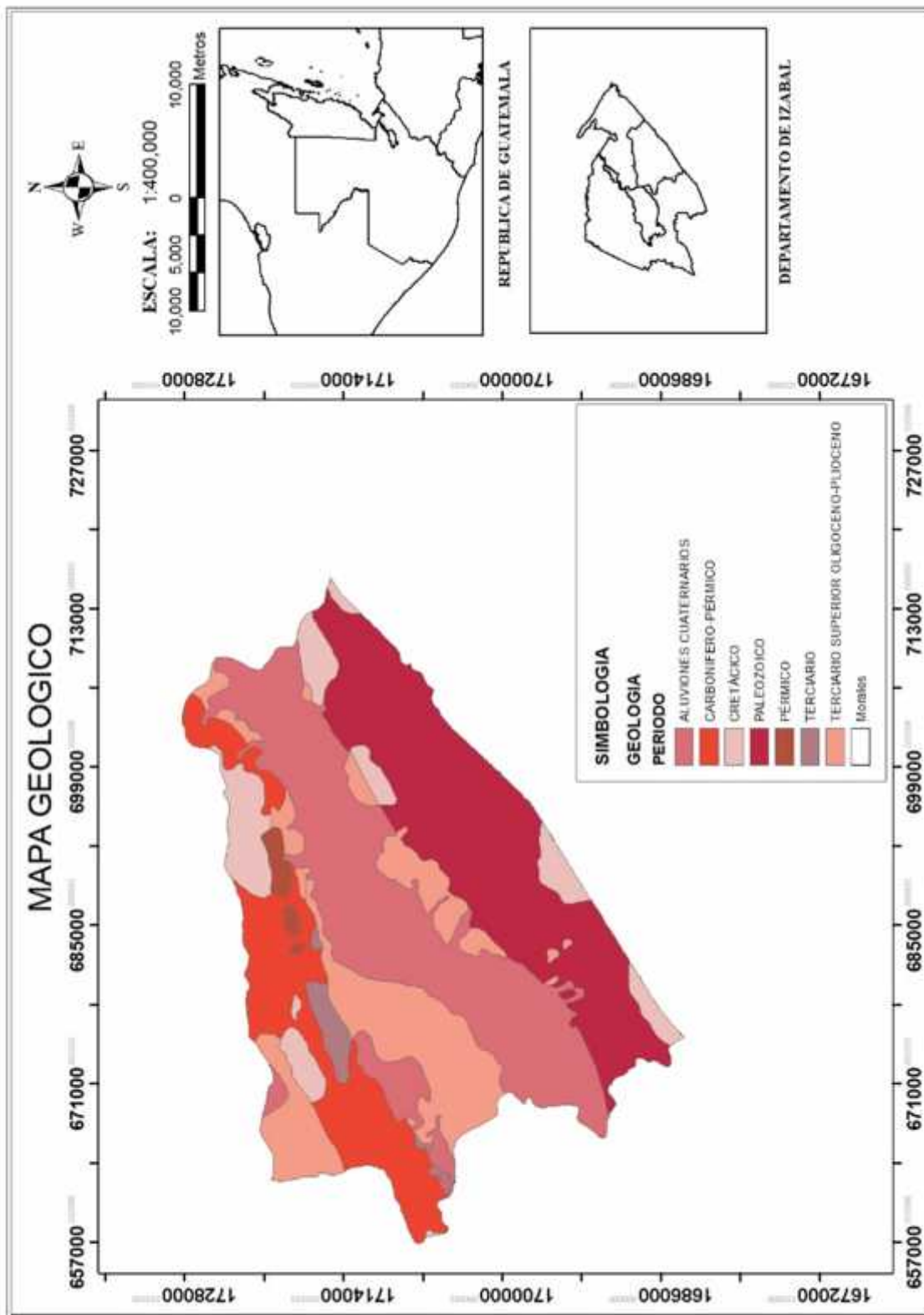


Figura 4. Mapa geológico del municipio de Morales. Elaboración propia.

3.3.2. Suelos

Que en el Municipio de Morales el uso de suelo predominante son los cultivos que abarcan el 45% del territorio, le sigue el bosque natural con el 30%, los pastos y/o matorrales con el 22% y por último los humedales y tierras inundables, la infraestructura y las tierras áridas y/o estériles no llegan al 1% cada uno (MARN, 2016).

El porcentaje de cobertura forestal del 30% es lo que comprende las áreas protegidas y pequeños sectores de cadenas montañosas que mantienen una diversa vegetación y partes bajas del municipio.

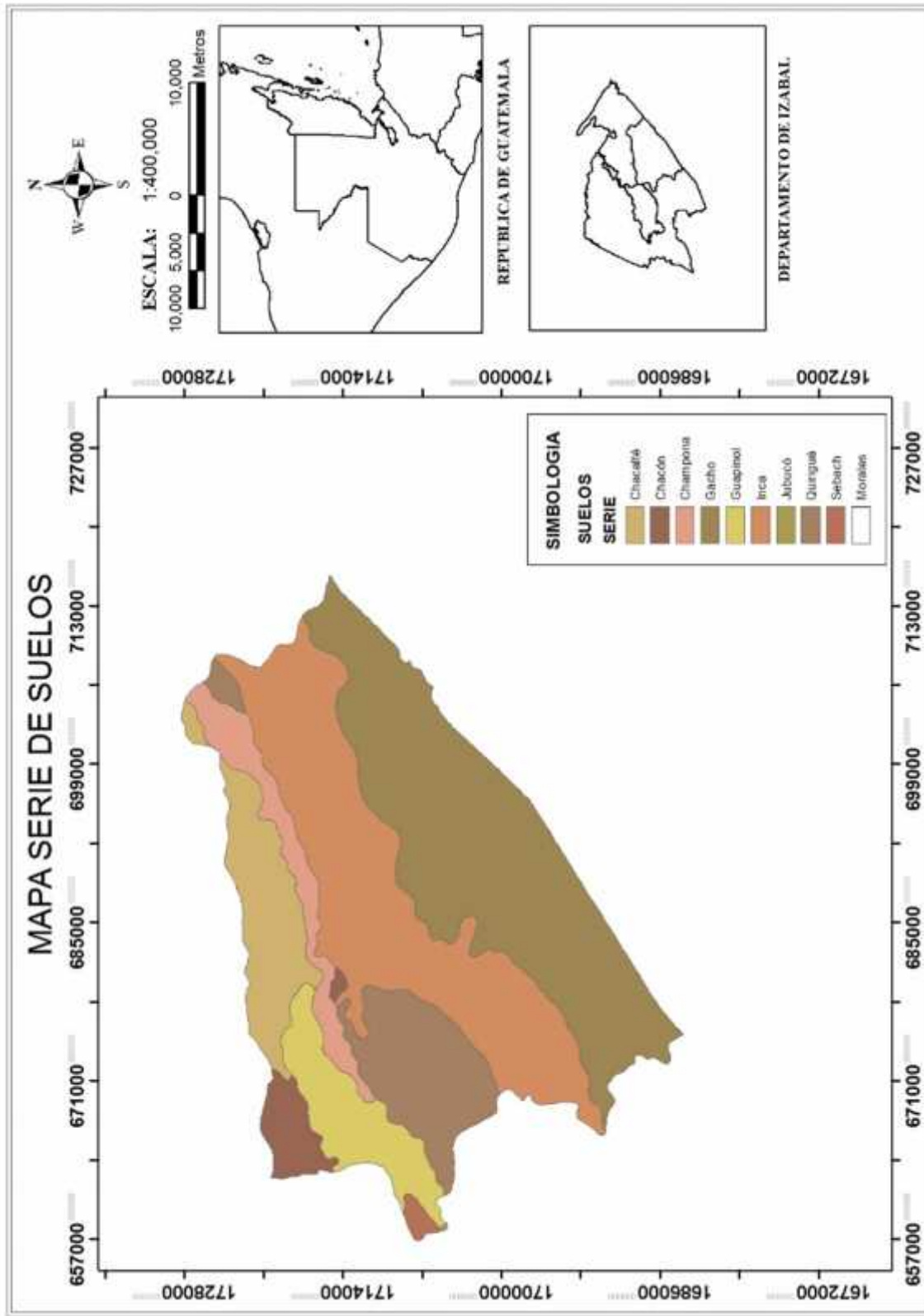


Figura 5. Mapa de serie de suelos del municipio de Morales. Elaboración propia.

Uso agrícola

Se hace una descripción de la producción agrícola del municipio de Morales.

Producción agrícola

Municipalidad de Morales en su Diagnóstico municipal de Morales (2016), manifiesta que la actividad productiva de mayor potencialidad es la agricultura. El producto principal lo constituye el banano, pero también se siembra frijón, maíz, arroz, plátano, naranja, toronja, yuca, piña y en menor escala hortalizas como bledo y macuy. En la parte montañosa se da el cultivo de café, el cual es exportado a Honduras. Además la caña de azúcar ha venido adquiriendo más importancia año con año. Otros productos agrícolas incluyen al zapote, mango, aguacate, paterna, maicillo, cacao, limón, caimito, palmito y marañón. Actualmente se extrae hule y se cultiva la Palma Africana abarcando grandes extensiones. Esta diversidad de cultivos da un factor importante de fertilidad de los suelos del municipio pudiendo ser aprovechados para cultivos de consumo familiar y fuente de trabajo para las aldeas y comunidades.

3.3.3. Clima

El clima específicamente del municipio de Morales es cálido-húmedo, muy característico de la región. Según los mapas de isoyetas e isotermas, así como el de humedad relativa y velocidad del viento, la temperatura media anual es de 27°C, una precipitación media anual de 2,750 mm, una humedad relativa media anual del 80% y una velocidad media anual de 10 km/h (Insivumeh, 2003).

3.3.4. Hidrología

Con respecto a este tema de suma importancia, el departamento cuenta con varias fuentes hídricas, dentro de las cuales sobresalen, el Lago de Izabal que es el de mayor extensión de la República, con dimensiones aproximadas de 50 km de largo por 25 km de ancho. Es alimentado por el río Polochic y desagua en el Río Dulce atravesando el Golfete Dulce (Segeplan, 2011).

Morales por la ubicación geográfica se encuentra en su totalidad en la cuenca del Motagua lo que la convierte en lugar de recursos hídricos aprovechables para las comunidades las cuales realizan trámites para hacerles mejoras y construir presas para la captación de agua, se contabilizan aproximadamente 15 nacimientos de agua que benefician directamente a 24 comunidades (Segeplan, 2010).

Morales cuenta con una gran cantidad de afluentes que irrigan su territorio, entre estos podemos contar: 26 ríos, 50 quebradas, 10 lagunas, sin embargo son las mismas comunidades las que dañan estos cuerpos de agua, ya que se ha localizado en las cercanías a estos, contaminantes como: basureros no autorizados, aguas residuales de los centros urbanos, uso de agroquímicos, avance de la frontera agropecuaria, actividad agrícola y ganadera, actividad industrial.

Diagnóstico municipal de Morales, Izabal (2015) afirma que los ríos principales del municipio son El Amatillo, Las Animas, Río Negro, Plátanos, Bobos, Creek Pablo, Río Frío, Río Blanco, Motagua, San Francisco, Chinamito, Cucharas, Tenedores, Riachuelo, Juyamá, Silvino, Navajoa, Río Chiquito.

El Río más caudaloso es el Río Motagua, también llamado en parte de su curso Río Grande. Aunque su nombre real es Río Motagua. Es importante mencionar una Falla que es una hendidura entre diferentes placas continentales, y que corre paralela al río del mismo nombre y se le conoce con el nombre de la Falla del Motagua. La extensión del Río Motagua es próxima a los 400 Km. de largo. Es navegable por balsas, canoas y lanchas de cierto calado en 200 Km. (navegable) desde Gualán hasta su desembocadura en dicho trayecto la profundidad de este río es entre 2 a 5 metros y su anchura media es de unos 60 metros, este tiene utilidad como elemento de riego, de vía de comunicación y como fuente de alimento, el Río Motagua es uno de los pilares económicos del municipio.

Entre sus lagunas importantes podemos mencionar: San Lucas y del Silvino de Cayuga, El Sompopo en Tenedores, Laguna Negra y Laguna a orillas del Río San Francisco de Barrio El Mitchal, San Lucas en Aldea Cayuga, El Tigre en Finca Las Quebradas.

3.3.5. Calidad del agua

La calidad del agua se basa en características químicas, físicas y biológicas que permiten reunir ciertos requisitos para diferentes necesidades humanas, siendo aprovechada para un propósito de consumo dependiendo de su calidad.

En el municipio de Morales el agua potable para consumo es distribuida a través de empresas purificadoras mediante garrafones, siendo esta la de mejor calidad, no representando ningún riesgo para la salud humana, muy apta para consumo humano.

Para el agua de consumo se cuenta con sistema de distribución de tuberías que hacen llegar a las viviendas del casco urbano cierta ración de agua para cualquier actividad higiénica o sanitaria, sin embargo, esta no es considerada apta para consumo debido a que no pasa por ningún proceso que la purifique.

El agua para consumo agrícola y cualquier otra actividad, debe contar con cierto nivel de nutrientes disueltos que permitan mejorar las condiciones en cultivos y animales de uso pecuario, esta no es apta para consumo humano.

La mayor parte de los cuerpos de agua del municipio cuentan con un nivel considerable de contaminación, esto debido a las diferentes actividades antrópicas, ya que no se le da ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales o efluentes, provocando que el recurso hídrico del municipio tanto superficial como subterráneo no sea apto para consumo humano, incluso con consecuencias adversas hacia los diferentes ecosistemas. La excavación de pozos es uno de los métodos más utilizados para recurrir al servicio de agua dentro del casco urbano, sin embargo, no es recomendable por ningún motivo consumir este tipo de agua.

3.3.6. Vulnerabilidad a desastres

En la última década, el municipio de Morales ha sido afectado por eventos adversos como lo es el fenómeno de la Niña y del Niño. Para el año de 1,998 el impacto del huracán Mitch tuvo efectos considerables al municipio, hacia la agricultura, ganadería, vivienda e infraestructura, e incluso causando pérdidas de vidas humanas. En el año 2,009 el fenómeno del Niño afecto fuertemente el sector ganadero y agrícola con sequías. Para el año 2,011 efectos adversos derivados y generados por la tormenta tropical Agatha en las comunidades que colindan con la rivera del Río Motagua mostraron resultados negativos, siendo hoy en día una de las áreas más afectadas por la manifestación de eventos hidrometeorológicos. (CONRED, 2014).

Se debe considerar que la república de Guatemala está catalogada como uno de los países con un alto grado de vulnerabilidad ante desastres de tipo natural, esto debido a su posición geográfica mundial, por lo tanto el municipio de Morales no se encuentra exento de este tipo de eventos adversos, ya que por lo mencionado en el párrafo anterior este sufre frecuentemente ciertos impactos de algún fenómeno meteorológico ocasionando pérdidas económicas y sociales. Las condiciones geográficas que posee el municipio son las requeridas para que ciertos desastres causen un mayor impacto.

En cuanto a estas vulnerabilidades se debe entender como ambiental: la gestión del recurso hídrico con enfoque de cuenca, intensidad del uso del suelo y la priorización de los ecosistemas, en el tema económico: se encuentra el nivel de ingresos, tipo de empleo y la migración por desempleo. Siendo estas vulnerabilidades anteriores las principales diagnosticadas en el municipio de Morales (Segeplan, 2010).

3.3.7. Amenazas naturales (erosión, inundaciones y otros)

El Plan de Desarrollo Departamental de Izabal (2011), afirma que para el departamento de Izabal en los últimos años se han reportado numerosos daños producto de diversos desastres, nacionales y locales, siendo las pérdidas humanas, materiales y económicas grandes y recurrentes cada año, como ya se ha mencionado.

Ciertos eventos desencadenaron desastres en el área, siendo estos: el Huracán Mitch (noviembre de 1998), Huracán Félix (septiembre, 2007), Depresión Tropical 16 (octubre, 2008), Terremoto de Honduras afectando principalmente ciertas comunidades de Puerto Barrios (El Quetzalito, Media Luna y Las Vegas, en mayo del 2009) y el último reciente, los efectos de la Tormenta Tropical Agatha (mayo del 2010).

Siendo los factores en riesgo, vidas humanas, infraestructura, producción, entre otros; sin embargo, para el mismo departamento el impacto es más notable, teniendo pérdidas en el sector productivo de Q. 23,417,511.80 por la Tormenta Tropical Agatha.

Para el municipio de Morales, en cuanto a la temática de riesgos, el estimado incluyendo todos los municipios se encuentra en un Nivel Crítico, definido por la relación que existe entre amenazas geológicas, hidrometeorológicas, socionaturales, antrópicas y socio-organizativas, cuya probabilidad de causar daños se ve fortalecida por la condición vulnerable expresada en varios factores, los cuales se muestran para el municipio de Morales en el siguiente cuadro:

Tabla 4. Riesgos municipales.

Morales, riesgo municipal: muy alto			
Grupo de amenaza	Tipo de amenaza	Factor de vulnerabilidad	Indicador
Antrópicas	Contaminación por sustancias agroquímicas	Físico/estructural	Calidad de construcción de edificios e infraestructura (sistemas de agua, escuelas, puentes, caminos)
	Contaminación por desechos sólidos (basura)	Ambiental	Ecosistemas prioritarios
	Contaminación por desechos líquidos		Gestión del recurso hídrico con enfoque de cuenca
	Epidemias Plagas	Económico	Nivel de ingresos Tipo de empleo

Fuente: Atlas de riesgos de Guatemala, SEGEPLAN, 2010.

En cuanto a nivel del departamento las amenazas que inciden mayormente son las antrópicas: contaminación por desechos líquidos, por desechos sólidos (basura), por sustancias agroquímicas, epidemias y plagas.

En consecuencia a todo lo antes mencionado para el municipio de Morales se han tomado medidas de respuesta, esto con la elaboración de un Plan de Respuesta Municipal que condicione todos los aspectos institucionales y preparativos ante cualquier evento adverso que afecte el territorio municipal tanto a pequeña escala como en gran magnitud. Siendo la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres la encargada de monitorear junto con otras entidades públicas cualquier amenaza de tipo natural que pueda provocar daños considerables al territorio nacional, en este caso será para el territorio municipal de Morales unificando así la colaboración de las diferentes instituciones.

3.3.8. Flora

Plan de Desarrollo Municipal Morales (2010) indica que en lo que respecta a flora del municipio, esta posee una amplia diversidad natural, para la vegetación típica se tiene: guamil, bambú, helechos, sauce, banano, almendro, zapotón, madre cacao, corozo, coco. Así también maderas como: caoba, cedro, irayol, pino, santa maría, matiliguatate, sangre. Es importante remarcar la diversidad de flora que presenta el municipio y como se hace indispensable el uso de varias especies.

3.3.9. Fauna

Plan de Desarrollo Municipal Morales (2010) para la flora del municipio manifiesta especies silvestres como: conejos, tepezcuintles, armados, coche de monte, venado, codorniz, iguanas, tortugas, perezosos, monos, saraguates, etc.

Diagnóstico Municipal de Morales, Izabal (2016), menciona otros animales de tipo doméstico como: gallinas, pavos, patos, gallina guinea, gansos, perros, gatos, pericos, caballos, mulas, asnos. Para comercio, como: ganado porcino, vacunos, equinos, también peces y apiarios. Aunque su variedad de especies animales es más limitada no deja de ser un aspecto importante ya que las condiciones que presenta el municipio son aptas para el desarrollo de las mismas.

3.3.10. Áreas protegidas y ecosistemas

El Plan de Desarrollo Departamental de Izabal (2011), indica que el departamento de Izabal es poseedor de una diversidad de recursos naturales muy importante para el territorio nacional, esto es así, debido a que aproximadamente el 40% de su territorio está declarado como área protegida o de protección especial, incluso con especies en peligro de extinción. Siendo el municipio de Morales el menor en cuanto a áreas protegidas con 14,92 km² pero el segundo en cuanto a protección especial con 233,83 km², dando un total de 248,75 km² en lo que representa el propio municipio, esto es según el CONAP para el año 2010. También es importante mencionar que en materia legal ambiental, el departamento junto con sus autoridades carece de sistemas de control

eficientes para la aplicación de leyes, normativas y reglamentos, que puedan ser aplicados en casos como: botaderos de basura existentes en varios puntos de la orilla de carreteras y en cercanías a cuerpos de agua, y remarcando de forma relevante la carencia de plantas de tratamiento de desechos sólidos o líquidos. Por lo tanto se tiene control ineficiente para la protección de los recursos naturales, tomando en cuenta también la tala ilegal de especies forestales dentro de las áreas protegidas del municipio, siendo uno de los principales problemas que representan.

El Plan de Desarrollo Departamental de Izabal (2011), hace énfasis en que el uso de la tierra de manera directa está vinculado al cambio climático, tanto la deforestación y el mal uso del suelo traen consecuencias adversas al departamento y al país en general, aunque la lucha de las instituciones competentes por mantener las reservas forestales está siendo diezmada dando como resultado la desaparición de fauna existente en el territorio, destacando especies como: el lagarto, mico, gato de monte, ranas, guacamayas, tarántulas piratas, cangrejos, camarones, trucha, tortuga blanca, conejos, loros, lagartijas, monos, y puerco-espines, entre otras.

La municipalidad como entidad pública ha colaborado y establecido enlaces con las instituciones ambientales para la protección, conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, dando como resultado, mayor apoyo institucional, de recurso humano y de cobertura de control y monitoreo en la jurisdicción del municipio, esto proyecta una respuesta como obligación competente de la institución municipal. Y por lo tanto representa un reto para el personal de la municipalidad de Morales por mantener una constante observación a los estados de los recursos naturales de las áreas protegidas con las que cuenta.

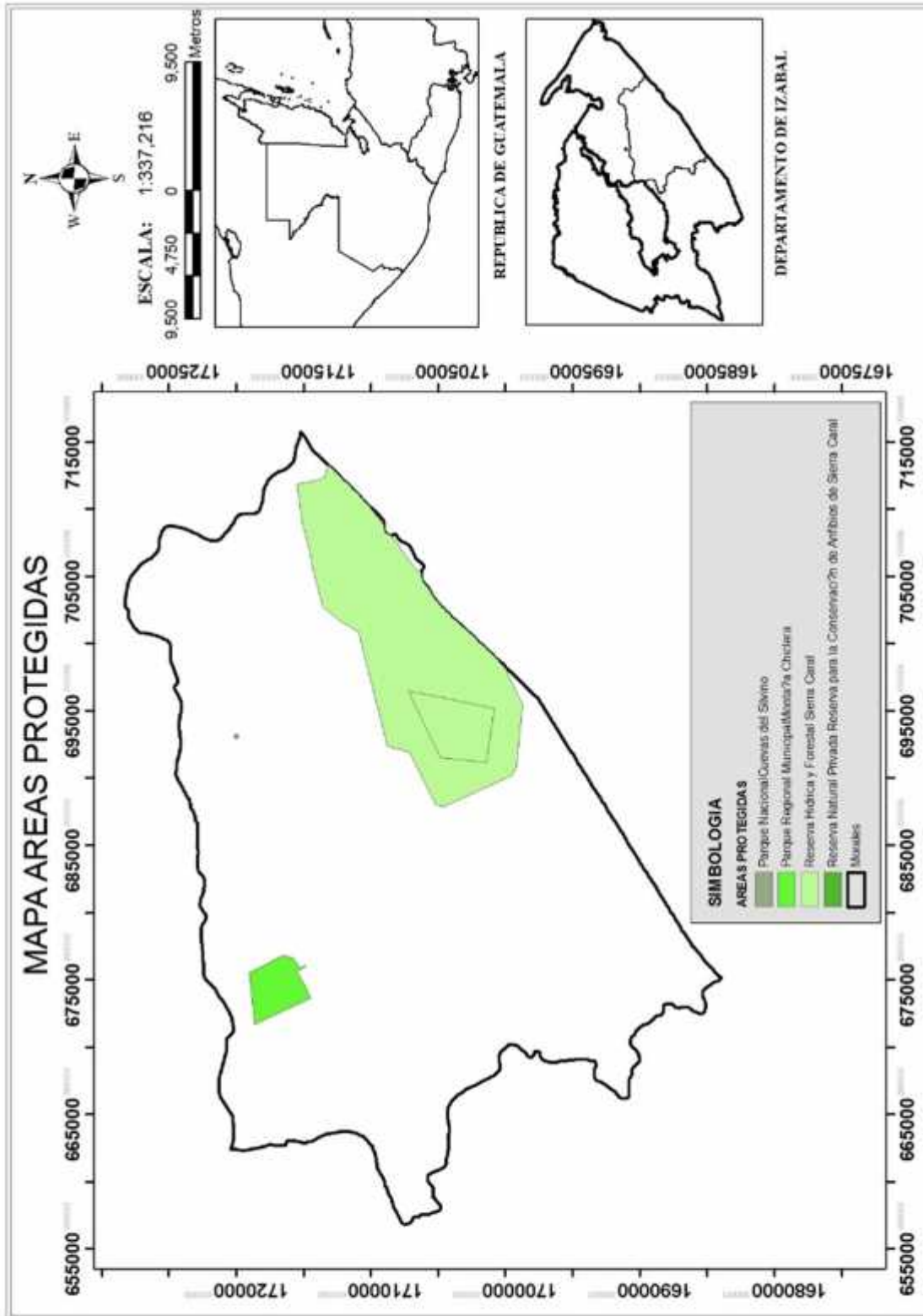


Figura 6. Mapa de áreas protegidas del municipio de Morales. Elaboración propia.

3.3.11. Zonas de vida

El Plan de Desarrollo Departamental de Izabal (2011), indica que en el departamento se han determinado 6 zonas de vida (específicamente de diversos climas, elevaciones y temperaturas), las cuales son:

Bosque seco subtropical.

Bosque muy húmedo tropical.

Bosque húmedo tropical templado.

Bosque muy húmedo subtropical frío.

Bosque muy húmedo subtropical cálido.

Bosque pluvial montano bajo subtropical.

Se estableció, de acuerdo a variaciones climáticas, 2 regiones geográficas que integran a estas zonas de vida, las cuales son:

La región geográfica cálida: abarcando el 98% aproximadamente del departamento, siendo conformada por una zona cálida pluvial con vegetación de bosque húmedo; zona muy húmeda con vegetación de bosque muy húmedo subtropical cálido y una zona fría cálida seca con vegetación de bosque seco subtropical.

La región templada: comprendiendo el 2% restante de la superficie del departamento, representándose por dos zonas: una zona templada húmeda con vegetación de bosque húmedo subtropical templado y la otra, muy húmeda con vegetación de bosque muy húmedo subtropical.

Para el municipio de Morales, de acuerdo al sistema de clasificación de Holdrige de zonas de vida, el municipio se encuentra en la zona de Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) y parte de la zona de Bosque muy húmedo Tropical, siendo de las más predominantes en el departamento. Esta característica conlleva a realizar sistemas de manejo más eficientes de registro de especies vegetales y animales en las zonas de vida, la investigación científica es un punto importante a promover.

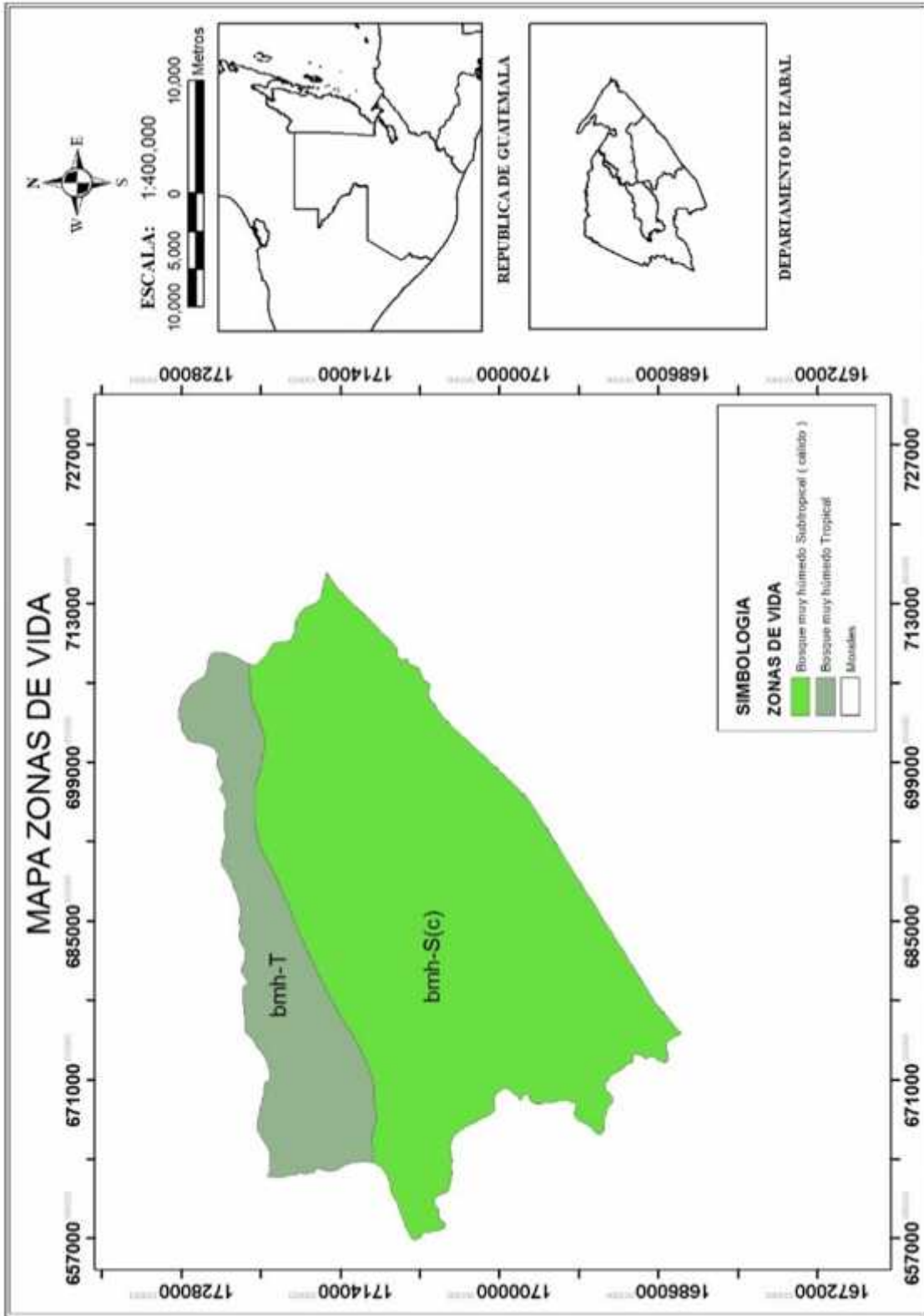


Figura 7. Mapa de zonas de vida del municipio de Morales. Elaboración propia.

3.4. Identificación de problemas ambientales

3.4.1. Análisis FODA de la unidad

Tabla 5. Análisis FODA de la unidad de práctica.

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">- Ubicación geográfica- Autonomía y descentralización- Marco legal- Personal capacitado y con experiencia- Conocimiento de problemas principales- Organizaciones comunitarias- Apoyo interinstitucional- Estabilidad laboral- Captación de fondos para proyectos forestales- Gestión de riesgo	<ul style="list-style-type: none">- Participación ciudadana- Enlaces interinstitucionales- Formulación de políticas, reglamentos y normativas- Presupuesto anual designado- Manejo adecuado y responsable de los recursos naturales- Generación de información ambiental del municipio- Evolución de equipo tecnológico- Contratación de personal técnico
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">- Falta de personal técnico- Falta de equipo en la UGAM- Falta de instalaciones propias y espacio- Falta de maquinaria propia	<ul style="list-style-type: none">- Proyectos incompletos o no finalizados- Resultados de gestión municipal deficientes- Inconformidad ciudadana- Legislación dispersa

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior las fortalezas y oportunidades superan en cantidad a las debilidades y amenazas de la unidad de práctica, por lo que es necesario hacer énfasis en aprovechar ciertos aspectos favorables y positivos a través de mecanismos relevantes de promoción y necesidad interinstitucional, con la finalidad de que el beneficio institucional de la municipalidad en su UGAM no solo sea ambiental sino también social y económico. Como ya se mencionó la unidad de práctica cuenta con todos los factores remarcados en el FODA para hacer más eficiente y con un mejor rendimiento institucional la gestión ambiental.

Según el análisis FODA las características positivas institucionales diagnosticadas se deben considerar para impulsar el desarrollo de la unidad practica en el futuro en cuanto a sus gestiones y actividades junto con otras entidades públicas o privadas.

3.4.2. Problemas ambientales de la unidad

Los principales problemas de carácter ambiental del municipio de Morales son:

- El avance de la frontera agrícola y pecuaria ya sea por monocultivos de banano y palma africana entre otros y fincas de ganado bovino.
- La deforestación de la cobertura forestal del municipio con amenaza a las áreas protegidas.
- La contaminación por desechos líquidos de los cuerpos de agua ya sea ríos, riachuelos, quebradas, entre otros.
- Deficiencias en la potabilización del agua para consumo humano con mayor medida en el área rural.
- El manejo inadecuado de desechos sólidos y líquidos generados en el municipio.
- Manejo integral inadecuado de la cuenca del Río Motagua ya sea por los niveles de contaminación de efluentes del propio municipio.
- La gestión de riesgo enfocada a inundaciones en épocas de lluvia a poblaciones ubicadas en la cuenca del Río Motagua.
- El mal manejo del agua para consumo humano.
- La falta de conciencia e información de la población en el manejo de desechos sólidos.
- Depósitos de desechos sólidos o basura en lugares no autorizados.

- El relleno de suamos o humedales en el municipio.
- Efectos negativos del cambio climático en municipio.
- Introducción de empresas agroforestales con plantas exóticas en el municipio.
- El mal manejo agropecuario enfocado a la falta de tecnificación y concientización ambiental.

3.4.3. Principales impactos ambientales en la unidad

Aguas residuales: los diferentes focos de efluentes de aguas residuales en el municipio afectan a la unidad debido a que no se les da ningún tratamiento previo a su descarga a los diferentes cuerpos de agua y varias de las viviendas conectadas no cuentan con una fosa séptica domiciliar que permita regular la descarga de estas, por lo que no se le está dando cumplimiento al código municipal y reglamento de aguas residuales.

Contaminación del recurso hídrico por parte de las actividades antrópicas, comerciales e industriales que no poseen un estudio de impacto ambiental y vierten sus desechos y aguas residuales.

Pérdida de la vegetación por deforestación, avance de la frontera agrícola, pérdida de cobertura vegetal, de escenas paisajísticas de la región, erosión del suelo, manejo inadecuado, son de los puntos importantes de impactos ambientales.

Focos de basura en el área rural y urbana no autorizados y no controlados por la poca conciencia ambiental que existe.

Manejo integral ineficiente del recurso hídrico de la región por falta de compromiso interinstitucional y ciudadano, que se convierte imposible solventar su solución para una sola unidad de gestión ambiental institucional.

Falta de un mejor control y manejo de la basurera municipal por ingreso de todo tipo de desechos y residuos sólidos, ya sea por contar con poco personal, equipo y maquinaria para tratamiento de basura.

4. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A DESARROLLDO

4.1. Elaboración de Política Municipal para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliares

Descripción de la actividad 1 y su proceso de desarrollo dentro de la unidad de práctica de la municipalidad de Morales.

4.1.1. Descripción

Consistió en la formulación y elaboración de una política municipal enfocada al manejo adecuado de los desechos y residuos sólidos domiciliars tomando en cuenta estrategias relacionadas con todas las etapas, procesos y disposiciones necesarias de acuerdo a las características cuantitativas y cualitativas diagnosticadas de la basura generada en el municipio en respuesta a la problemática de su contaminación ambiental, basándose como guía en la política nacional de este tipo.

Uno de los aspectos más relevantes, es la facultad de formulación y elaboración de políticas, reglamentos y otros acuerdos, que tiene la municipalidad, con respecto a diferentes temas, por lo que dentro del –EPS– se dio la oportunidad de fijar una base fundamentada en la problemática del manejo de los desecho y residuos sólidos, proporcionando en el documento las estrategias y acciones adecuadas que se tienen que seguir para unificar todos los componentes posibles en su desarrollo integral.

4.1.2. Objetivos

Formular una política de manejo de desechos y residuos sólidos domiciliars que enlace una secuencia de etapas con actividades ya existentes o establecidas con la finalidad de dar un mejor tratamiento a la basura producida.

Promover la política de manejo de desechos y residuos sólidos ante las autoridades municipales para su ejecución.

4.1.3. Meta

Se logró formular y establecer, en un 100% de desarrollo de la actividad, dentro la institución y la unidad de práctica una Política para el manejo integral de los desechos y residuos sólidos de tipo domiciliario.

4.1.4. Procedimiento

Se tomaron como base leyes y políticas nacionales ambientales enfocadas al manejo de los desechos y residuos sólidos domiciliarios, por lo que esta información se vinculó con el documento de caracterización municipal de desechos y residuos sólidos producidos en Morales junto al diagnóstico municipal realizado; todos estos datos permitieron sintetizar la información en una política que establece un sistema integrado de tratamiento de los desechos y residuos sólidos a través de cuatro actividades estratégicas con sus respectivas acciones a desarrollar. Se analizó la situación de los principales desechos producidos, por lo cual se propone la reestructuración de ciertas características existentes del sistema y la implementación de recursos con los que no se cuentan. Proponiendo también un enlace interinstitucional más fuerte en donde amarren el cumplimiento y seguimiento de la política formulada.

Por último se hizo una presentación ante las autoridades encargadas de la nueva comisión de manejo de desechos y residuos sólidos con el propósito de que en el futuro próximo se apruebe ante el consejo.

4.1.5. Recursos (físicos y humanos requeridos)

Recurso físico: documentos de caracterización y diagnóstico del municipio enfocado a los desechos y residuos sólidos, políticas nacionales de manejo de desechos sólidos, archivos e

informes de oficina –UGAM– relacionados con desechos sólidos. Transporte vehicular para visitas a basurera municipal, cámara, computadora, entre otros recursos.

Recurso humano: de considerarse necesario se solicitó personal de la municipalidad para gestiones o trabajos de campo.

4.1.6. Resultado

Como resultado principal se formuló y estableció el documento antes mencionado, el cual fue presentado y entregado a las autoridades municipales, como producto final, ver Apéndice A.

4.1.7. Conclusión

Se logró culminar la formulación de la Política de Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliarios del Municipio de Morales, como una base y aporte principal para la solución de la problemática ambiental de contaminación por desechos y residuos de tipo domiciliar.

Se presentó la política mencionada ante la comisión de manejo de desechos y residuos sólidos como parte de los servicios prestados del –EPS–, para encaminar la solución del manejo de residuos y desechos sólidos por parte de la municipalidad de Morales.

4.2. Diagnóstico de la problemática de la basurera municipal con respecto al manejo, monitoreo y control, así como otros datos sobre desechos y residuos sólidos.

Descripción de la actividad 2 y su proceso de desarrollo junto con los resultados obtenidos.

4.2.1. Descripción

El diagnóstico realizado caracterizó ciertos aspectos importantes observados y analizados de la basurera municipal a través de visitas de campo, delimitación del área en uso, dimensiones de carga del tren de aseo y el tipo que se utiliza, registros de antecedentes sobre la cuantificación de pesaje estimado de basura que ingresa al área de disposición final, generación de desechos por habitante, entre otros. Se proponen medidas mitigadoras, de equipo y herramientas necesarias para el personal encargado, entre otras consideraciones para mejorar el tiempo de vida útil de la basurera.

Se analizaron aspectos administrativos dentro del recinto de disposición final de los desechos y residuos de todo tipo, así como los aspectos institucionales con los que cuenta y carece la municipalidad de Morales con respecto al manejo de la basura generada en el casco urbano.

Se realizó un censo socioeconómico sobre esta problemática en el barrio El Mitchal, tomado en cuenta por ser uno de los más grandes del casco urbano, el proceso se desarrolló con visitas aleatorias a las viviendas dentro del barrio mencionado, en donde a través de una boleta de campo se recopiló información mediante preguntas directas hacia los usuarios sobre el manejo de sus desechos y residuos sólidos.

4.2.2. Objetivo

Evaluar los aspectos cuantitativos y cualitativos del sistema de tratamiento actual de los desechos y residuos sólidos en la etapa de disposición final y manejo por parte de los usuarios.

4.2.3. Meta

Toda la información recopilada, analizada y procesada con respecto al sistema de tratamiento de los desechos y residuos actual fue en un 80% establecida en los resultados, por lo que la municipalidad de Morales ahora cuenta con información de un escenario actual del estado, la cantidad de basura generada, las condiciones y problemas en la disposición final de la basura generada, la base de estos datos servirá para estructurar un plan de manejo de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final, tanto en el área urbana como en los sectores rurales de mayor desarrollo.

4.2.4. Procedimiento

Para esta actividad se hizo un diagnóstico de las partes más relevantes en el sistema de tratamiento de los desechos y residuos sólidos con el que cuenta actualmente el municipio de Morales, aspectos de carácter cuantitativo y cualitativo, así como disposición final de los desechos y residuos, dimensiones de carga de los vehículos, medición del área utilizada de la basurera y su posible optimización, análisis de subproductos generados y la generación de datos socioeconómicos con respecto a este tema en la población.

Se tuvieron que realizar visitas de campo, lectura de antecedentes sobre este tema, preguntas hacia las autoridades sobre el estado actual, observaciones rápidas de las etapas existentes, procesamiento de la información.

Para el censo realizado, previamente se formularon las preguntas a realizarse, en base a suposiciones básicas sobre el manejo de los desechos y residuos por parte de los usuarios, y a través del grupo de estudiantes universitarios de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local que realizaban su práctica ambiental en la unidad, se desarrolló dicha actividad en el lapso de tiempo restante de sus horas de práctica, como parte de sus actividades.

4.2.5. Recursos (físicos y humanos requeridos)

Recursos físicos: vehículo para transporte al lugar autorizado para basurera, equipo de protección, libreta de apuntes y hojas para cuantificación, herramientas de medición, computadora, cámara y documentos de diagnóstico y caracterización de la basura.

Recursos humanos: se consideró al personal de la basurera municipal para recabar información de la recolección de materiales, y practicantes de la carrera..

4.2.6. Resultados

Problemática de la basurera municipal

La basurera municipal de Morales, la cual tiene a cargo la Municipalidad de este mismo municipio, se ubica a más de 1,500 metros aproximadamente del cruce La Ruidosa ruta hacia Río Dulce sobre la CA-13, y a más de 4,200 metros de la Municipalidad, siendo el principal lugar de disposición final de todos los desechos y residuos generados en el casco urbano del municipio y ciertos sectores rurales cercanos.

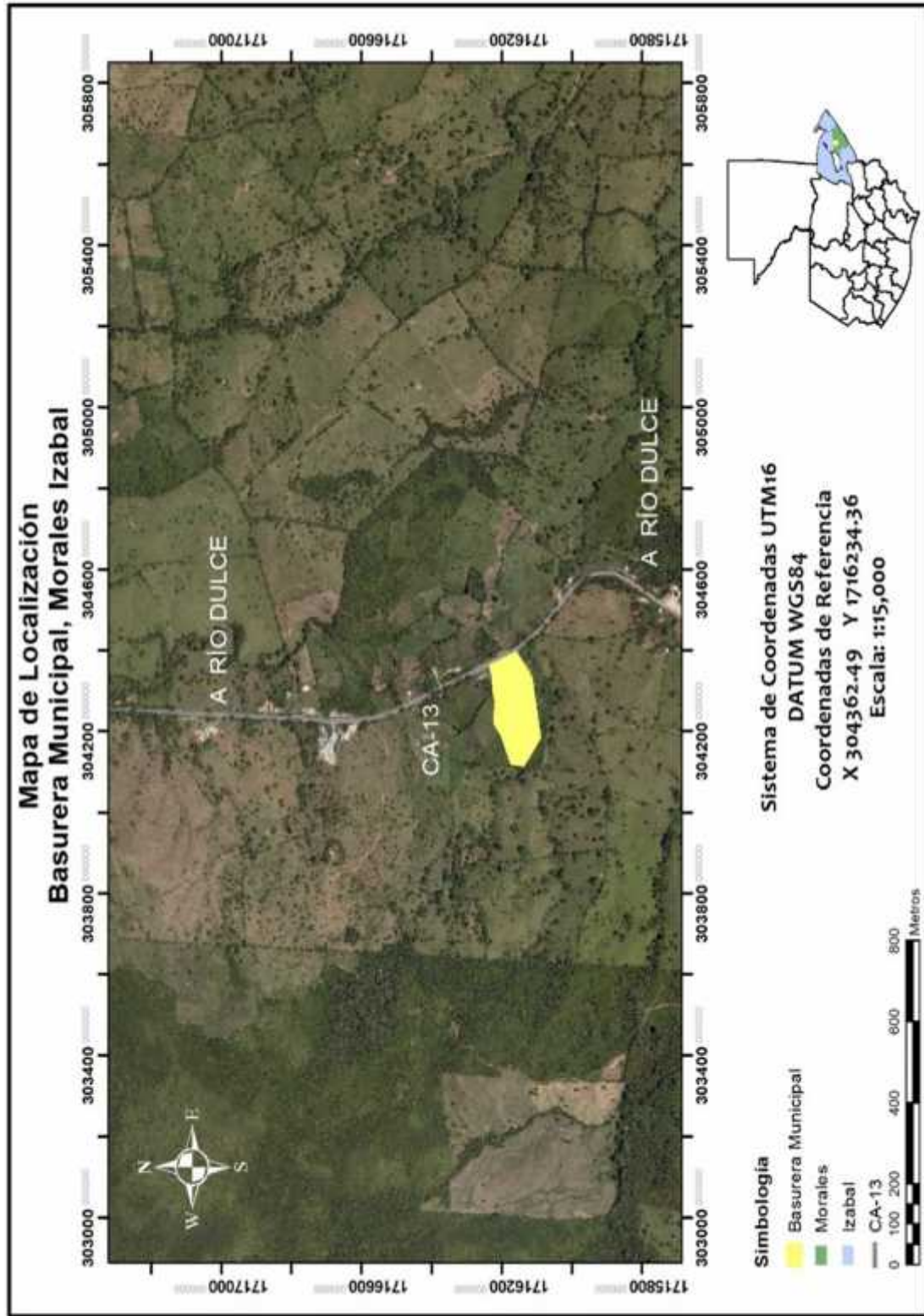


Figura 8. Mapa de localización de la basurera municipal. Elaboración propia.

La administración pública de Morales no cuenta con un sistema eficiente de tratamiento de sus desechos y residuos sólidos y por consecuencia la basurera no cuenta con un manejo adecuado e integral, siendo este un depósito a cielo abierto para cualquier tipo de sustancia u objeto nocivo hacia el medio ambiente, contaminante atmosférico por la descomposición de los desechos y residuos emitiendo gases tóxicos y malos olores, contaminación del subsuelo por lixiviados generados, agente de proliferación de vectores y enfermedades, contaminante potencial de aguas superficiales, quema incontrolada o espontánea de la basura.

El lugar no cuenta con todas las instalaciones para su correcto funcionamiento: no cuenta con baños para el personal, no cuenta con garita de vigilancia ni control de acceso, no cuenta con bascula para el pesaje de los desechos y residuos, no cuenta con energía eléctrica, drenaje y agua potable, no cuenta con oficinas administrativas, no cuenta con delimitación e infraestructura para desvío de aguas de lluvia ni para lixiviados.

El único tratamiento que se le da a los desechos y residuos sólidos que ingresan es la separación de subproductos para reciclaje como: cartón, papel (cuaderno, prensa, revista) plástico duro, PET, vidrio, cobre. Sin embargo el personal que trabaja en este proceso no cuenta con el equipo de seguridad adecuada ni la indumentaria requerida, por lo que esto supone un riesgo a la salud de estas personas.

Es muy importante tener en cuenta el crecimiento poblacional que se ha dado en un periodo muy corto, así también como el desarrollo de ciertos sectores rurales, ya que esto tiende a influir en la capacidad receptora de la basurera municipal (ver anexo7). Esto se puede solventar a través de un plan de reacondicionamiento del espacio con el que se cuenta y está en uso, más el que está disponible.

Características de la basurera

La basurera como tal no cuenta con un manejo integral adecuado. Esta cuenta con un área de más de 8 km cuadrados, para los cuales una buena parte de la mitad ya se encuentra con basura, llegando incluso a sobrecargar su capacidad máxima como se puede visualizar en las fotografías.



Figura 9. Problema de espacio en la basurera municipal. Elaboración propia.

Otra característica del lugar es que no posee un relieve plano, sino que el terreno tiene una topografía irregular pero sin perjudicar el ingreso de vehículos al sitio y el reacomodo de la basura. El área alrededor de la basurera que colinda con esta no cuenta con asentamientos poblados, un aspecto muy importante considerando los malos olores y vectores que esta genera, así como la contaminación por lixiviados.

El ingreso para la basurera es a través de un camino de tierra de más de 100 metros de largo, por el cual pasa el transporte que recolecta la basura, este colinda directamente con la carretera CA-13 hacia Río Dulce.

La basurera municipal cuenta con un pequeño tractor Caterpillar (ver anexo 7) que se usa para el reacomodo de los desechos y residuos que fueron quedando de la separación y clasificación, sin embargo no se debe descartar las fallas mecánicas que pueda tener, los costos para su reparación y la adquisición de otro de mayores dimensiones, considerando que no se cuenta con instalaciones para su resguardo.

No hay lugares específicos para la descarga de la basura previo a su segregación y reacomodo, por lo que en cada ingreso los vehículos la depositan lo más cercano posible a la entrada de tierra y encima de otros desechos y residuos ya separados.



Figura 10. Segregación de subproductos. Elaboración propia.

En la imagen anterior podemos observar que no existe un lugar específico para la recuperación de los diferentes subproductos, no hay un orden ni manejo adecuado por categoría; en su práctica se usan costales y recipientes para la acumulación de los subproductos.

La cantidad de vehículos que se mantienen operando pertenecen a dos empresas privadas, siendo un vehículo por cada una, de caja cerrada con capacidad de 20 metros cúbicos cada uno, sumando también la ubicación en dos puntos de la ciudad, 5 contenedores con capacidad de 20 metros cúbicos, en donde la gente deposita sus desechos y residuos por sus propios medios para ser retirados posteriormente por un vehículo de sistema mecanizado.

Otros datos relevantes son: que el promedio diario por empresa es de 2 viajes, siendo un total de 4 viajes diarios aproximados, cobrando una tarifa de Q.30.00 a domicilios y Q.50.00 para comercios.

Por último, se tiene que tener en cuenta que personas y vehículos particulares van directamente a depositar sus desechos y residuos sólidos a la basurera municipal por sus propios medios.

Datos sobre desechos y residuos

Para la recepción diaria de desechos y residuos no se tiene un dato municipal exacto pero se estima más 29 toneladas diarias. Se tiene también estimado que el tiempo de operación de la basurera municipal es de 20 años de vida útil, esto correctamente manejada.

Según datos municipales de una caracterización realizada recientemente la producción promedio de residuos y desechos sólidos expresados en libras por persona por día fue de la siguiente forma: para los **orgánicos** fue de 0.88 lb/hab./día. **Inorgánicos reciclables** 0.37 lb/hab./día. **Desechos** 0.41 lb/hab./día. Para un total de 1.66 lb/hab./día. Y según los resultados obtenidos los residuos orgánicos representan el 50% del total de los residuos producidos, lo cual significa que un alto volumen de lo que ingresa a la basurera puede ser aprovechado como fuente de **fertilizante orgánico** lo que implica la rentabilidad de su manejo adecuado.

En una estimación de producción de residuos y desechos sólidos domiciliarios en toneladas métricas por año, de esta misma caracterización mencionada, se obtuvo un total de 19,369.90 ton/año, lo que desglosado por **población rural y urbana** es de 14,712.81 ton/año para la primera y 4,657.09 ton/año para la segunda. Estos resultados se interpretaron en base a datos poblacionales proyectados por SEGEPLAN para el año 2010, para lo cual se considera como una aproximación, ya que no refleja la realidad.

Si se toma en cuenta la población proyectada para el presente año de 130,137 habitantes, la producción total estimada supera las 22,000 ton/año, por lo que es importante considerar estas cifras para un diagnóstico más detallado y real, y así desarrollar un mejor manejo y tratamiento en el sitio de disposición final de los desechos y residuos sólidos.

La composición general en porcentaje de los residuos y desechos sólidos domiciliarios en el casco urbano para los estratos bajo y medio, de los siguientes subproductos, en los que se basó la caracterización realizada en 2014 fue representada en el siguiente cuadro.

Tabla 6. Porcentaje de composición de subproductos por estrato.

Subproducto	Morales, Izabal		
	Estrato Bajo	Estrato Medio	% Composición general
	% De Composición		
Materia orgánica	44.27	59.68	51.98
Plástico película	5.18	6.07	5.63
PET	1.31	0.99	1.15
Plástico rígido	2.06	2.53	2.30
Papel	2.9	6.05	4.48
Pañal y papel sanitario	13.13	7.45	10.29
Cartón	1.15	1.62	1.39
Lata	0.59	0.69	0.64
Lata de aluminio	0.42	0.09	0.26
Vidrio	3.25	2.62	2.94
Otros	23.65	10.03	16.84
Residuos peligrosos domiciliarios	2.09	2.18	2.14
TOTAL	100	100	100

Fuente: Estudios y Técnicas Especializadas en Ingeniería S.A. ETEISA, 2014.

Esto resultados reflejan que en el casco urbano de Morales todos estos subproductos son los de mayor generación y muy predominantes en ambos estratos. En este estudio también se estimó la generación diaria en toneladas, dando como resultado 66.37 ton/día y 24,225.05 ton/año.

Todos estos datos presentados tienden a variar en su aproximación a la realidad, sin embargo, a nivel detallado son bastante precisos y relevantes ya que reflejan la producción de muestras tomadas en campo. Siendo la característica más notable y predominante que la mitad de todos los residuos y desechos sólidos domiciliarios generados son orgánicos. Esto significa que se está desaprovechando una considerable fuente de ingreso económico que ayudaría a sustentar el manejo y tratamiento del resto de subproductos generados, más el ingreso obtenido de la comercialización de estos últimos.

Después de presentar toda esta información podemos decir que el Municipio de Morales necesita conformar un sistema eficiente e integral que reorganice y establezca nuevos procesos y fases de tratamiento que le permita el manejo adecuado de sus desechos y residuos sólidos domiciliarios, en donde podemos observar que los mismos estudios realizados fundamentan y presentan un potencial de aprovechamiento de más de la mitad de los subproductos generados, por lo tanto las autoridades deben responder ante tal problemática y transformar la conducta, hábito y compromiso del ciudadano con la finalidad de crear un equilibrio de beneficio y bienestar común para la población.

Otros datos relacionados

En la actividad realizada en conjunto con cuatro estudiantes del 5to. Semestre de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del –CUNIZAB– de parte del curso de Practica Ambienta I, se recopilaron datos sobre el manejo de los desechos y residuos sólidos y las aguas residuales de tipo domiciliario, por lo que se elaboró una boleta para censo y diagnóstico socioeconómico sobre estos temas antes mencionados.

Con esta boleta se pretendió recoger datos de población actuales, como servicios y deficiencias con los que cuentan, dando los resultados siguientes:

Nombre del lugar: **El Mitchal**

Categoría: **Barrio**

Sector: **Urbano**

No. De boletas: **200**

Tabla 7. Tipo de vivienda.

TIPO DE VIVIENDA				
Madera	Block	Barro	Block y madera	Total
8	187	2	3	200

Fuente: elaboración propia.

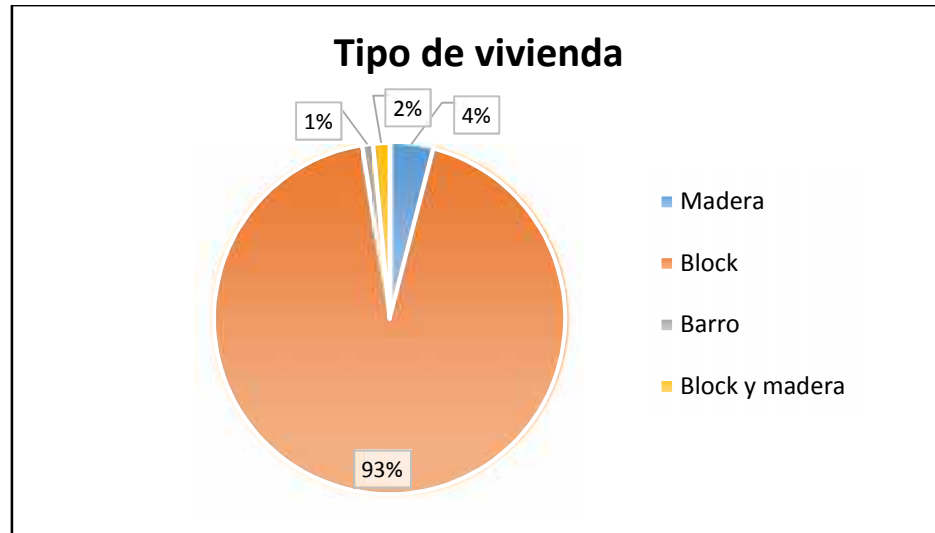


Figura 11. Porcentaje de vivienda por tipo. Elaboración propia.

En cuanto al tipo de material, más del 90% de las viviendas están construidas de block, esta característica es muy marcada en el área urbana por el tipo desarrollo que esta presenta. Por otra parte se tienen en muy escaso número viviendas de madera, barro y block y madera.

Tabla 8. Cantidad de personas por genera.

NÚMERO DE PERSONAS	
Hombres	Mujeres
420	470

Fuente: elaboración propia.

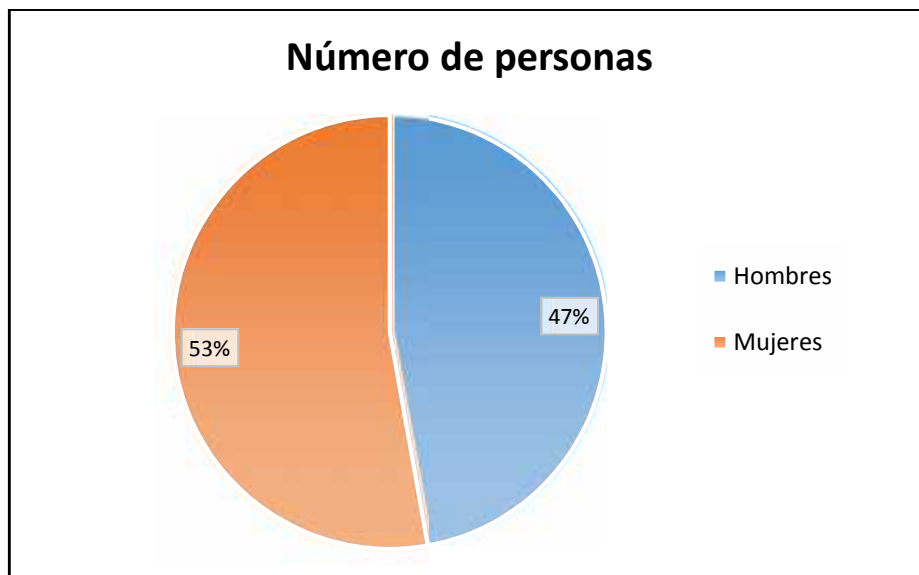


Figura 12. Porcentaje de cantidad de personas por género. Elaboración propia.

Para los datos recolectados en cuanto a la cantidad de personas en el área censada, se obtuvo un resultado equilibrado en donde los hombres representan el 47% de la muestra, mientras que las mujeres el 53%, notándose así un leve incremento en este último.

Tabla 9. Cantidad de usuarios que utilizan el tren de aseo.

UTILIZA TREN DE ASEO		
SI	NO	TOTAL
95	105	200

Fuente: elaboración propia.

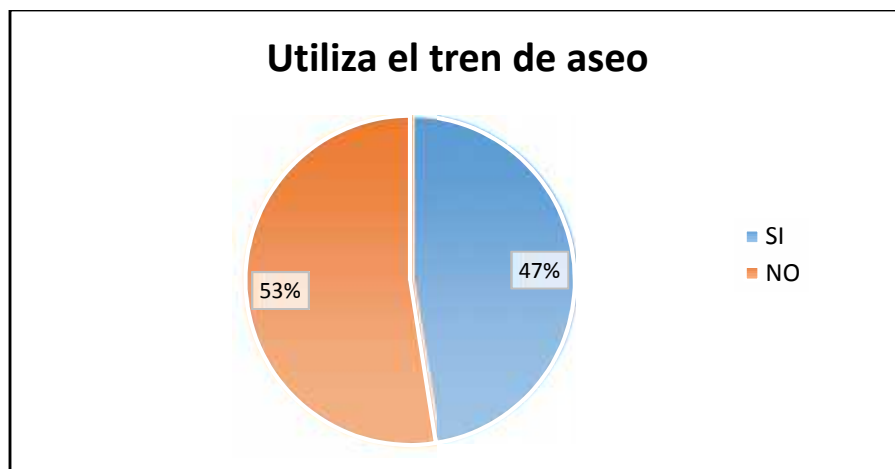


Figura 13. Porcentaje de usuarios que si utilizan el tren de aseo y no lo utilizan. Elaboración propia.

En el caso de uso del tren de aseo, de las 200 viviendas censadas el 47% menciona que sí hace uso de este servicio, mientras que el 53% no lo usa, por lo tanto existe cierto equilibrio que remarca la cobertura de este servicio.

Tabla 10. Que hacen los usuarios con la basura.

QUE HACE CON LA BASURA						
La tira	La quema	La entierra	La recicla	La reutiliza	La tira y la quema	Total
68	14	1	0	0	22	105

Fuente: elaboración propia.

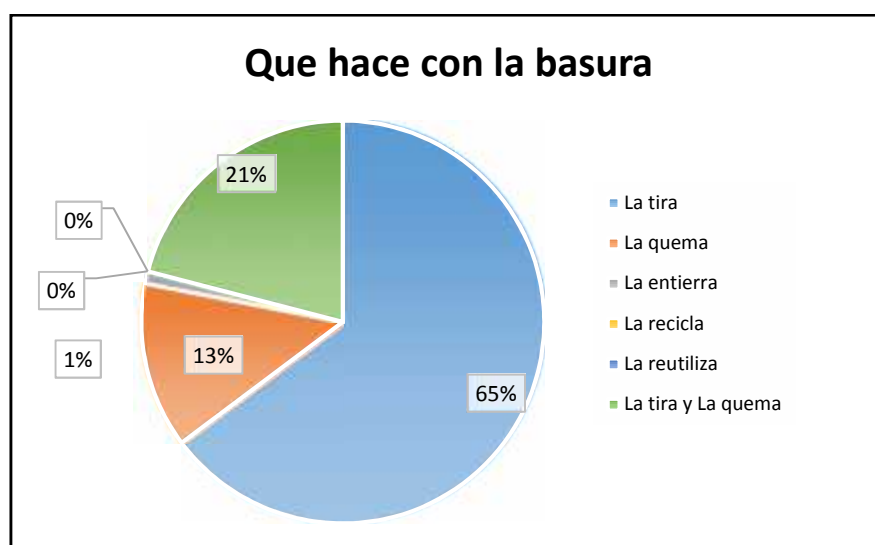


Figura 14. Porcentaje de que hacen con la basura los usuarios. Elaboración propia.

Para la interrogante de qué hace con la basura el 53% de viviendas que no usa el tren de aseo, se obtuvieron los siguientes resultados: el 65% la tira, mientras que el 21% la tira y quema, y el 13% simplemente la quema, y por último ninguno la recicla ni reutiliza.

Tabla 11. Cantidad de usuarios dispuestos a separar la basura.

CLASIFICARÍA LA BASURA EN ORGÁNICA E INORGÁNICA	
SI	NO
36	164

Fuente: elaboración propia.

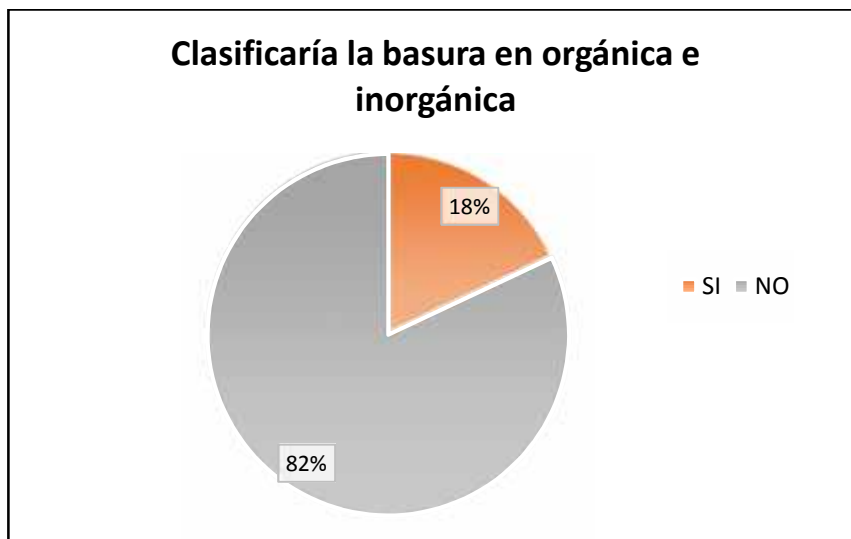


Figura 15. Porcentaje de usuarios que si estarían dispuestos a separar la basura. Elaboración propia.

A las 200 viviendas censadas se les hizo el cuestionamiento de si clasificarían la basura en orgánica e inorgánica, a lo cual el 82% contestó que no, mientras que el 18% mencionó que si estaría dispuesto a hacerlo.

Tabla 12. Usuarios que les gustaría contar con tren de aseo y un sistema de clasificación.

LE GUSTARIA CONTAR CON TREN DE ASEO Y UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
SI	NO
132	68

Fuente: elaboración propia.

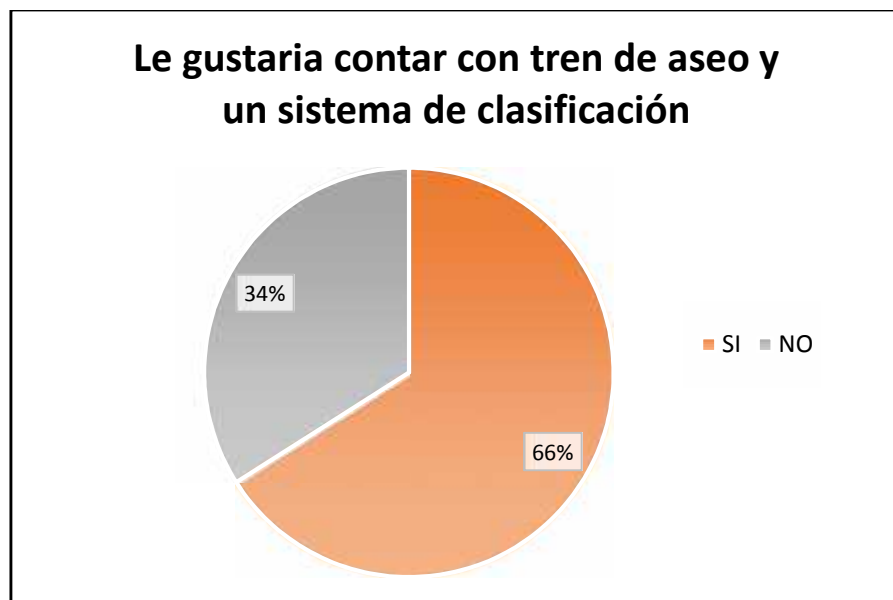


Figura 16. Porcentaje de usuarios que les gustaría contar con tren de aseo. Elaboración propia.

Para la pregunta de si les gustaría contar con tren de aseo y un sistema de clasificación, el 66% contestó que sí, mientras que el 34% dijo que no. Por lo que más de la mitad está dispuesta a adquirir este servicio.

Tabla 13. Precio dispuesto a pagar por los usuarios.

CUANTO ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR		
Q.0.00	Q.30.00	Q.40.00
46	76	10

Fuente: elaboración propia.

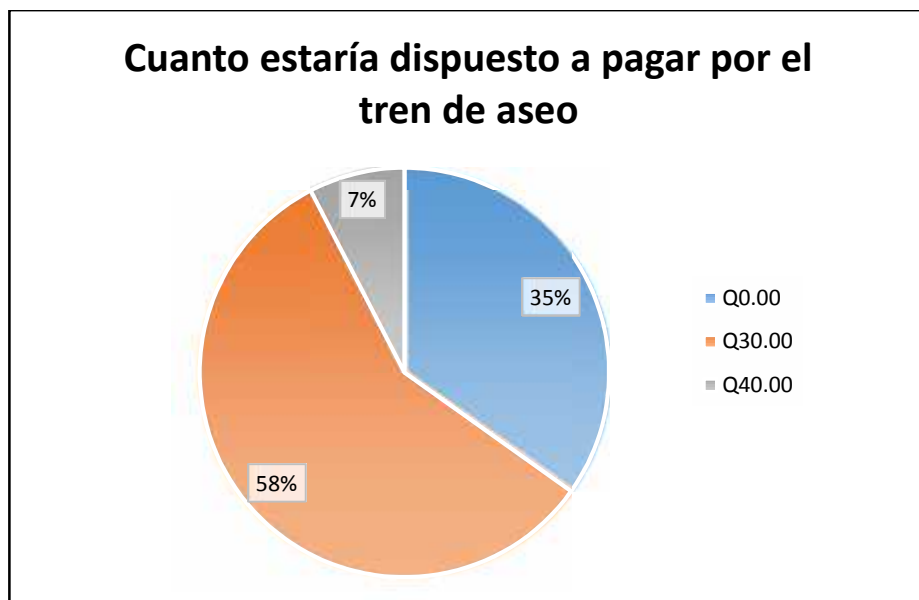


Figura 17. Porcentaje de precios dispuestos a pagar los usuarios. Elaboración propia.

Se realizó la pregunta de cuanto estaría dispuesto a pagar por el tren de aseo, para la cual el 58% contestó que Q30.00, el 35% Q0.00, mientras que el 7% estaría dispuesto a pagar Q40.00. Por lo tanto, se puede decir que más de la mitad puede pagar este servicio.

Tabla 14. Tratamiento de aguas residuales de los usuarios.

COMO TRATA SUS AGUAS RESIDUALES DOMICILIARES		
Fosa séptica	Pozo de absorción	Ninguno
88	10	102

Fuente: elaboración propia.

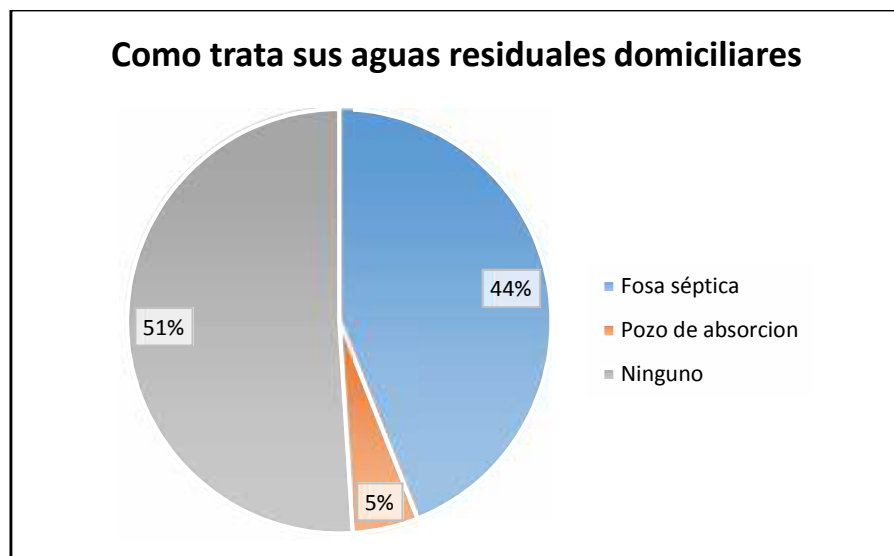


Figura 18. Porcentaje de tipo de tratamiento por los usuarios. Elaboración propia.

En cuanto al tratamiento de las aguas residuales los resultados fueron: que el 44% utiliza fosa séptica, el 5% usa pozo de absorción y el 51% no cuenta con ningún tratamiento. Esto quiere decir que un poco más de la mitad descarga sus aguas directamente sin ningún tratamiento.

Tabla 15. Disposición de pago por servicio de tratamiento de aguas residuales.

ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR UN SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
SI	NO
91	109

Fuente: elaboración propia.

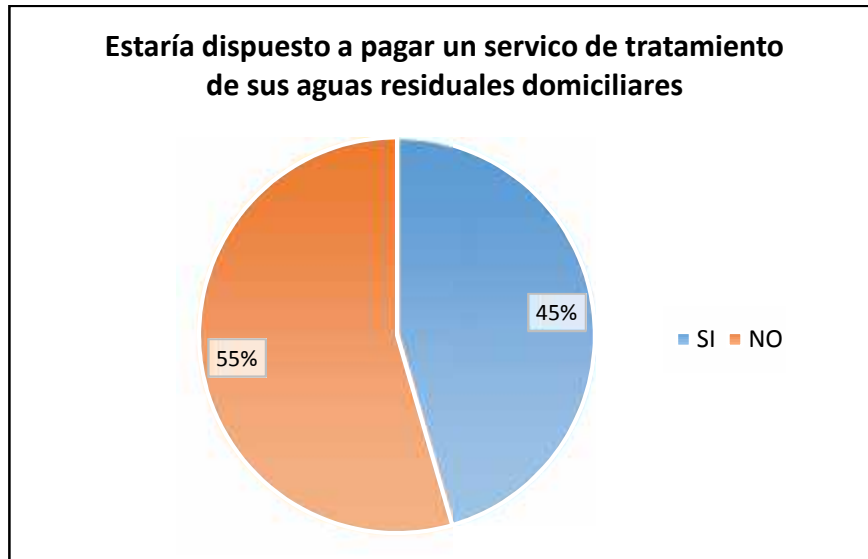


Figura 19. Porcentaje de usuarios que estarían dispuestos a pagar por el servicio. Elaboración propia.

Para la pregunta de si estaría dispuesto a pagar un servicio de tratamiento de sus aguas residuales, el 45% contestó que sí, mientras que el 55% que no, por lo que existe poca diferencia entre el resultado, sin embargo, no es prioridad de los usuarios.

4.2.7. Conclusión

Las condiciones que presenta el sistema de tratamiento de desechos y residuos sólidos actual son muy deficientes para solventar todos los problemas que se lograron identificar en el diagnóstico realizado, así mismo que la administración municipal carece del equipo, maquinaria y personal adecuado para la realización de este proceso, sin embargo, es importante remarcar la potencialidad de comercialización de los subproductos generados en donde se puede percibir cierto nivel de utilidad.

La mayoría de viviendas, según el censo realizado, está de acuerdo con pagar una cuota fija por la recolección de la basura que generan, sin embargo, el resto de las viviendas, más de la mitad, no hace uso del tren de aseo, no le da un buen manejo a los desechos y residuos y no estarían dispuestos a separar estos mismos en orgánicos e inorgánicos, independientemente si pagan o no.

4.3. Determinación de caudal de la fuente principal de agua para consumo urbano.

Descripción de la actividad 3 y su proceso de desarrollo.

4.3.1. Descripción

Esta actividad se llevó a cabo con visitas de campo a la estructura receptora que distribuye el agua para consumo, para realizar aforos de su caudal respectivamente, según sea el método de medición requerido de acuerdo al diseño, la obtención de estos datos hídricos a cierto tiempo durante la época seca y la transición a la época de lluvia, servirán para darle seguimiento y control a la demanda poblacional del recurso.

Esta actividad permitirá formular y proyectar demandas futuras y proponer proyectos de nuevas redes de distribución de agua.

El estado actual de la infraestructura y del caudal calculado, establecidos en los resultados de esta actividad, brindo un registro visual del escenario actual y las condiciones de la infraestructura, que servirán para que la municipalidad tome mejores decisiones para su mantenimiento futuro.

4.3.2. Objetivo

Generar datos de registro hídrico de la fuente principal de consumo de agua en la época seca y transición a la de lluvia para proyecciones futuras de la demanda de la población del recurso.

4.3.3. Meta

La actividad se realizó en un 90%, haciendo falta más aforos en otros meses del año, sin embargo, ahora la Municipalidad de Morales cuenta con un registro y monitoreo frecuente del recurso hídrico del cual hace uso para servicio de consumo poblacional.

4.3.4. Procedimiento

Se hicieron visitas de campo al lugar receptor del recurso y se tomaron muestras de aforo del caudal durante la época seca o de verano, de igual forma se hizo el mismo procedimiento para la transición a la época de lluvia; estas visitas se realizaron las veces que fueran necesarias en días hábiles, en donde también se diagnosticó las condiciones de captación y distribución, se tomaron coordenadas geográficas y fotografías del lugar.

En fase de gabinete se tabulo la información de los aforos realizados y se calcularon los caudales para ambos tiempos, así también se procesó la información del estado actual de la presa y sus condiciones.

4.3.5. Recursos (físicos y humanos requeridos)

Recursos físicos: vehículo para transporte, equipo para aforar el caudal, GPS, libreta de apuntes, computadora, hojas de papel, lapicero, cámara, cronometro, entre otros.

Recurso humano: únicamente se solicitó el permiso a la autoridad encargada de su administración para el ingreso a las instalaciones, se contó con el apoyo de los practicantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local para la realización de la actividad.

4.3.6. Resultados

Aforo de Represa “Gary Bratcher”

Esta represa es una de las fuentes principales de agua para consumo humano del casco urbano del municipio de Morales, representando aproximadamente el 70% de cobertura de este recurso para la población.

Ubicación

La ubicación de la presa está dentro de la Zona de Uso Restringido del Área Protegida Parque Regional Municipal Montaña Chiclera con las siguientes coordenadas GTM X: 1715571.1 Y: 675754.9, mostradas en el siguiente mapa de localización.

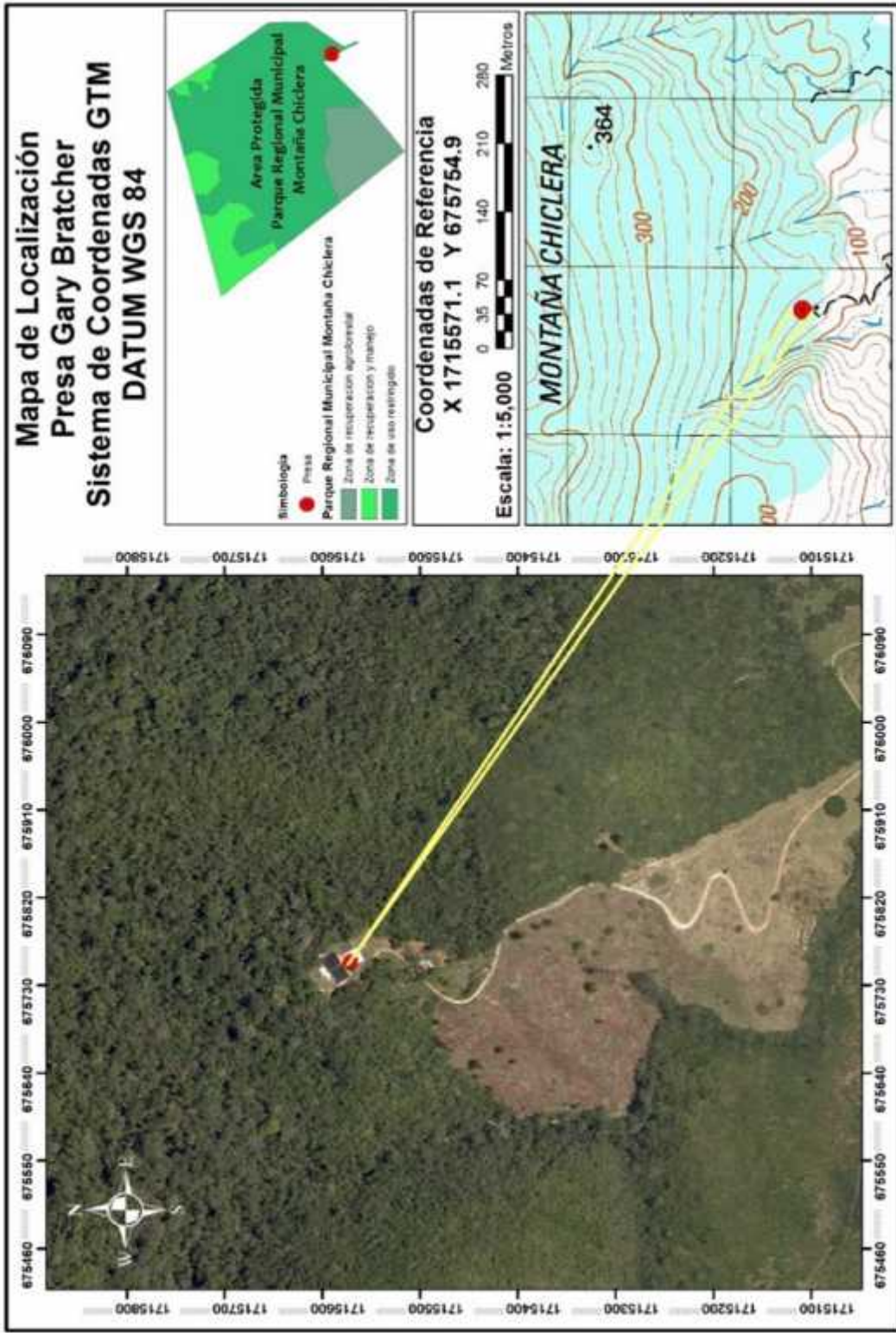


Figura 20. Mapa de localización presa "Gary Bratcher". Elaboración propia.

El titular catastral para la Presa “Gary Bratcher” es la Municipalidad de Morales que en coadministración con FUNDAECO proporcionan el manejo y protección del área protegida. Siendo esta fuente principal de recursos de flora y fauna.

El método utilizado para aforar el caudal de agua que capta la presa fue por sección-velocidad el cual consiste en delimitar una sección por altura, ancho y largo, y medir la velocidad de un objeto flotante sobre la distancia delimitada, por varias repeticiones para mayor precisión.

De acuerdo a las características estructurales y de diseño de la presa, esta facilito su aforo ya que presentaba medidas definidas. Tal como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 21. Estructura de la presa. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en las fotografías anteriores, la estructura favoreció la realización del aforo para ambos canales existentes. En donde el resultado de cada uno se sumó al final de la tabulación y el cálculo.



Figura 22. Tanques de captación de la presa. Elaboración propia.

En las anteriores fotografías se pueden observar los estanques o presas de almacenamiento, los cuales mantienen un constante flujo de agua para los días de verano, los dos estanques cumplen la función de que al momento de realizar limpieza en uno, el caudal de agua se mantiene abierto sobre el otro mientras se realizan los trabajos de limpieza respectivos y viceversa.

Al existir dos secciones y canales por donde el agua captada pasa, se mide y se afora cada una por separado, obteniendo los siguientes resultados:

Coordenadas geográficas: Lat. Norte 15°30'30.9'' Long. Oeste 88°51'42.9''

Coordenadas GTM Datum WGS 84: x: 1715571.1 y: 675754.9

Primer aforo en Presa “Gary Bratcher”

La sección 1 de Aforo es de 1.19 metros de ancho por 2.38 metros de largo.

Tabla 16. Profundidad y tiempo de aforo 1 sección 1.

Profundidad (metros)		Tiempo (segundos)	
		T ₁ =	6.01
		T ₂ =	8.57
		T ₃ =	6.08
		T ₄ =	5.82
h ₁ =	0.12	T ₅ =	8.24
		T ₆ =	7.06
		T ₇ =	7.19
		T ₈ =	6.21
		T ₉ =	6.02
		T ₁₀ =	5.76
\bar{x} =	0.12	\bar{x} =	6.696

Fuente: elaboración propia.

$$\mathbf{A: 1.19\ m * 0.12\ m = 0.1428\ m^2}$$

$$\mathbf{Vs: 2.38\ m / 6.676\ s = 0.355\ m/s}$$

$$\mathbf{Vm: 0.355\ m/s * 0.90 = 0.3195\ m^3/s}$$

$$\mathbf{Q: 0.1428\ m^2 * 0.3195\ m^3/s = 0.0456\ m^3/s}$$

$$0.0456\ m^3/s * 1000\ Lts = 45.6\ L /s$$

El caudal para esta sección de la Represa de la Montaña Chiclera, es de: 45.6 L /s

La sección 2 de Aforo es de 1.18 metros de ancho por 2.38 metros de largo.

Tabla 17. Profundidad y tiempo de aforo 1 sección 2.

Profundidad (metros)		Tiempo (segundos)	
		T ₁ =	10.52
		T ₂ =	10.26
		T ₃ =	8.82
		T ₄ =	10.97
h ₁ =	0.10	T ₅ =	9.75
		T ₆ =	9.15
		T ₇ =	10.78
		T ₈ =	9.28
		T ₉ =	8.69
		T ₁₀ =	10.14
\bar{x} =	0.10	\bar{x} =	9.836

Fuente: elaboración propia.

$$\mathbf{A: 1.18\ m * 0.10\ m = 0.118\ m^2}$$

$$\mathbf{Vs: 2.38\ m / 9.836\ s = 0.242\ m/s}$$

$$\mathbf{Vm: 0.242\ m/s * 0.90 = 0.2178\ m^3/s}$$

$$\mathbf{Q: 0.118\ m^2 * 0.2178\ m^3/s = 0.0257\ m^3/s}$$

$$0.0257\ m^3/s * 1000\ Lts = 25.7\ L /s$$

El caudal para esta sección de la Represa de la Montaña Chiclera, es de: 25.7 L /s

Fecha: Viernes 28 de Abril de 2017

Suma de Caudales:

$$\mathbf{Q: 0.0456\ m^3/s + 0.0257\ m^3/s = 0.0713\ m^3/s}$$

$$0.0713\ m^3/s * 1000\ Lts = 71.3\ L /s$$

Segundo aforo en Presa “Gary Bratcher”

La sección 1 de Aforo es de 1.19 metros de ancho por 2.38 metros de largo.

Tabla 18. Profundidad y tiempo de aforo 2 sección 1.

Profundidad (metros)		Tiempo (segundos)	
		T ₁ =	10.20
		T ₂ =	9.16
		T ₃ =	9.61
		T ₄ =	7.39
		T ₅ =	6.61
h ₁ =	0.10	T ₆ =	10.40
		T ₇ =	7.34
		T ₈ =	8.57
		T ₉ =	7.06
		T ₁₀ =	8.35
\bar{x} =	0.10	\bar{x} =	8.469

Fuente: elaboración propia.

$$\mathbf{A: 1.19\ m * 0.10\ m = 0.119\ m^2}$$

$$\mathbf{Vs: 2.38\ m / 8.469\ s = 0.281\ m/s}$$

$$\mathbf{Vm: 0.281\ m/s * 0.90 = 0.2529\ m^3/s}$$

$$\mathbf{Q: 0.119\ m^2 * 0.2529\ m^3/s = 0.0301\ m^3/s}$$

$$0.0301\ m^3/s * 1000\ Lts = 30.1\ L /s$$

El caudal para esta sección de la Represa de la Montaña Chiclera, es de: 30.1 L /s

La sección 2 de Aforo es de 1.18 metros de ancho por 2.36 metros de largo.

Tabla 19. Profundidad y tiempo de aforo 2 sección 2.

Profundidad (metros)		Tiempo (segundos)	
		T ₁ =	6.09
		T ₂ =	7.70
		T ₃ =	7.64
		T ₄ =	6.46
h ₁ =	0.10	T ₅ =	6.67
		T ₆ =	6.22
		T ₇ =	6.94
		T ₈ =	6.27
		T ₉ =	5.82
		T ₁₀ =	6.81
\bar{x} =	0.10	\bar{x} =	6.662

Fuente: elaboración propia.

$$\mathbf{A: 1.18\ m * 0.10\ m = 0.118\ m^2}$$

$$\mathbf{Vs: 2.36\ m / 6.662\ s = 0.354\ m/s}$$

$$\mathbf{Vm: 0.354\ m/s * 0.90 = 0.3186\ m^3/s}$$

$$\mathbf{Q: 0.118\ m^2 * 0.3186\ m^3/s = 0.0376\ m^3/s}$$

$$0.0376\ m^3/s * 1000\ Lts = 37.6\ L /s$$

El caudal para esta sección de la Represa de la Montaña Chiclera, es de: 37.6 L /s

Fecha: Jueves 25 de Mayo de 2017

Suma de Caudales:

$$\mathbf{Q: 0.0301\ m^3/s + 0.0376\ m^3/s = 0.0677\ m^3/s}$$

$$0.0677\ m^3/s * 1000\ Lts = 67.7\ L /s$$

Como parte de la actividad realizada se hizo un pequeño recorrido con los practicantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del 5to semestre del CUNIZAB con uno de los guardabosques como guía, en donde se tocó el tema de la importancia del área protegida tanto en su protección como conservación de la flora y fauna que habita en ese lugar.

El río principal del cual capta el recurso hídrico la presa y su importancia por el abastecimiento del vital líquido para consumo humano en el casco urbano es indispensable y debe ser de alta prioridad para las autoridades competentes y los ciudadanos responsables (ver anexo 8).

Así como también se realizó un pase por el sendero principal del área protegida, el cual está abierto al turismo (ver anexo 8).

4.3.7. Conclusión

El caudal calculado para finales del mes abril fue $0.0713 \text{ m}^3/\text{seg}$ que es igual a 71.3 litros/seg, y para finales del mes de mayo fue de $0.0677 \text{ m}^3/\text{seg}$ que es igual a 67.7 litros/seg, los cuales abastecen aproximadamente el 70% de la población del casco urbano, según las percepciones de las autoridades encargadas, en donde también es importante remarcar que durante todo el año el flujo es constante. Siendo este uno de los recursos más importantes y vitales para los habitantes, es relevante tener registros hídricos para futuras demandas poblacionales y brindarle mantenimiento a las instalaciones que captan este recurso.

Todas la actividades anteriores realizadas fueron establecidas y planificadas dentro del plan a desarrollar en la unidad de práctica, por lo tanto, las actividades descritas posteriormente, son establecidas como actividades no planificadas dentro de la unidad de práctica, las cuales aportan cierto servicio extra hacia la institución.

4.4. Caracterización de los principales efluentes de aguas residuales en el casco urbano.

En el transcurso de la práctica de EPS se realizaron otras actividades fuera de las planificadas, ya sea por requerimiento de la unidad de práctica o por orden superior al coordinador, la actividad descrita a continuación es realizada en respuesta a la creciente falta de información del estado actual de los límites máximos permisibles de contaminación de las descargas de aguas residuales y el manejo que se le da a estas por parte de las autoridades municipales.

Para el desarrollo de esta actividad el coordinador de la UGAM gestiono previamente el costo total de la toma de muestras en campo a un laboratorio privado, específicamente dedicado a realizar análisis de calidad de agua, los cuales confrontaron los resultados a los reglamentos nacionales establecidos y actualizados con respecto a este tema.

4.4.1. Resultado

A continuación se describe más detallado el procedimiento y análisis de resultados de la caracterización de los efluentes de aguas residuales dentro del casco urbano.

CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MORALES

Una de las principales responsabilidades de la Municipalidad de Morales es darle un manejo adecuado a las descargas de aguas residuales del área urbana y evaluar los límites máximos permisibles de acuerdo a los parámetros indicados en el Acuerdo Gubernativo 138-2017 Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ya que directamente son fuentes de contaminación ambiental para los diferentes cuerpos de agua y los otros sistemas naturales.

Para esta actividad la Municipalidad había identificado los diferentes puntos de descargas de aguas residuales dentro del casco urbano, con el objetivo de obtener datos físicos, químicos y biológicos actuales, se pagó por los servicios de un laboratorio químico en donde se incluyó la

toma de muestras en campo y el análisis de resultados. De esta manera la UGAM contrato los servicios del Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA–.

Como parte de la actividad se dio el acompañamiento y apoyo al Ingeniero Wualter Cosajay encargado y enviado por parte de –ECOQUIMSA- en lo que respecta al uso de instrumentos y el embalaje de las muestras.

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales seleccionados por la –UGAM– fueron los siguientes:

- Color
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Demanda Química de Oxígeno
- Fosforo Total
- Grasas y Aceites
- Materia Flotante
- Nitrógeno Total
- Potencial de Hidrogeno
- Sólidos Suspendidos Totales
- Sólidos Sedimentables
- Temperatura
- Coliformes Fecales

Los resultados de laboratorio fueron enviados después de una semana de haber tomado las muestras en campo. Obteniendo los siguientes cuadros de análisis del informe elaborado por –ECOQUIMSA–.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Milla 37
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 09:45
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 20. Datos de laboratorio Milla 37.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	6.27
Color	u Pt-Co	1	416
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	120
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	183
Relación DQO/DBO	---	---	1.5
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	2.55
Grasas y Aceites	mg/L	5	12
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	19.25
pH (in-situ)	---	0.01	7.03
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	0.1
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	50
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	28.5
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	240,000

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto;
NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 21. Cuadro comparativo Milla 37.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Milla 37	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			Referencia:	2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027
Color	u Pt-Co	416	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	120	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	2.55	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	12	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	19.25	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	7.03	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	50	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	28.5	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	240,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.
Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Para los resultados de la muestra tomada en Milla 37, los parámetros a considerar para el 2 de Mayo de 2023 en adelante fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno, las Grasas y Aceites y las Coliformes fecales, los cuales deberán disminuir para esta fecha mencionada aplicando los tratamientos adecuados para cumplir con el Acuerdo Gubernativo 138-2017.

Una característica de este efluente es que descarga las aguas directamente al suelo, específicamente a un quinel en donde continua el caudal hacia la vegetación que ha proliferado en el lugar.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Santa Bárbara I
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 10:10
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 22. Datos de laboratorio Santa Bárbara I.

Análisis	Dimensional⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	---
Color	u Pt-Co	1	215
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	28
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	45
Relación DQO/DBO	---	---	1.6
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	0.210
Grasas y Aceites	mg/L	5	< 5
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	0.68
pH (in-situ)	---	0.01	6.52
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	< 0.1
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	< 10
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	29.0
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	9,200

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 23. Cuadro comparativo Santa Bárbara I.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Referencia: Santa Bárbara I	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027	2 de Mayo de 2031
Color	u Pt-Co	215	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	28	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	0.210	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	< 5	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.68	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	6.52	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	< 10	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	29.0	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	9,200	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(2) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.

Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

En la muestra tomada en Santa Bárbara I los resultados fueron positivos, cumpliendo con los valores establecidos para todos los parámetros analizados, por lo tanto este foco de descarga no representa un tratamiento relevante ya que también se observó vegetación que aprovecha este recurso que no se encuentra potencialmente contaminado.

Un aspecto importante a remarcar es que no se obtuvo resultado de caudal debido a que el agua no presentaba flujo de movimiento, por lo que únicamente se encontraba estancada, presumiendo un leve desplazamiento hacia la vegetación.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Santa Bárbara II
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 10:51
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 24. Datos de laboratorio Santa Bárbara II.

Análisis	Dimensional⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	1.12
Color	u Pt-Co	1	164
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	66
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	106
Relación DQO/DBO	---	---	1.6
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	1.20
Grasas y Aceites	mg/L	5	< 5
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	10.80
pH (in-situ)	---	0.01	6.82
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	< 0.1
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	36
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	30.3
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	350,000

(2) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 25. Cuadro comparativo Santa Bárbara II.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Referencia: Santa Bárbara II	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027	2 de Mayo de 2031
Color	u Pt-Co	164	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	66	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	1.20	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	< 5	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	10.80	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	6.82	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	36	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	30.3	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	350,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.
Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

En referencia a la muestra tomada en Santa Bárbara II, el único parámetro que no cumple con los valores establecidos para el 2 de Mayo de 2023 en adelante es el de Coliformes fecales, este resultado puede deberse a que existe una pequeña planta de tratamiento en donde se atrapan los sólidos, grasas y aceites, y esta puede dar un aporte considerable para su desfogue, sin embargo no se le da el mantenimiento de limpieza en el tiempo adecuado, este puede ser un factor a considerar muy importante.

Otra característica que se logró observar es la densa vegetación en donde el agua descarga, presumiéndose que esta misma se encarga de ir depurando los parámetros que se encuentren altos pero que el Acuerdo Gubernativo 138-2017 dicta que se cumplen sin ningún problema.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Las Flores II
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 11:18
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 26. Datos de laboratorio Las Flores II.

Análisis	Dimensional⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	---
Color	u Pt-Co	1	426
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	102
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	166
Relación DQO/DBO	---	---	1.6
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	3.50
Grasas y Aceites	mg/L	5	11
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	14.65
pH (in-situ)	---	0.01	7.00
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	1.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	34
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	28.9
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	1,300,000

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 27. Cuadro comparativo Las Flores II.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Referencia: Las Flores II	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027	2 de Mayo de 2031
Color	u Pt-Co	426	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	102	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	3.50	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	11	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	14.65	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	7.00	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	34	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	28.9	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	1,300,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.

Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

En el caso de Las Flores II, los resultados que no cumplieron fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Grasas y Aceitas y Coliformes fecales, esto prácticamente se debe a que las viviendas conectadas no tratan sus aguas residuales y las descarga es directamente hacia el suelo.

En esta muestra no se logró medir el caudal debido a que la lámina de agua era muy delgada y no permitió al instrumento realizar su función por lo que no se consideró.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Las Flores I
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 11:42
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 28. Datos de laboratorio Las Flores I.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	2.05
Color	u Pt-Co	1	382
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	96
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	205
Relación DQO/DBO	---	---	2.1
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	2.60
Grasas y Aceites	mg/L	5	14
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	9.90
pH (in-situ)	---	0.01	7.13
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	< 0.1
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	< 10
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	31.4
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	2,400,000

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 29. Cuadro comparativo Las Flores I.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Referencia: Las Flores I	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027	2 de Mayo de 2031
Color	u Pt-Co	382	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	96	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	2.60	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	14	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	9.90	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	7.13	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	< 10	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	31.4	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	2,400,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; 'NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.

Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

En las Flores I, los resultados fueron favorables, ya que únicamente los parámetros que no cumplen con lo establecido para el 2 de Mayo de 2023 son Grasas y Aceites y Coliformes fecales, por lo que el tratamiento se debe dar en las viviendas y no en el caudal final, considerando no descuidar los otros parámetros.

La característica de este efluente es que llega directamente a una finca de ganado en donde mantiene su curso superficial.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Colonia Hábitat
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 12:18
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 30. Datos de laboratorio Colonia Hábitat.

Análisis	Dimensional⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	6.73
Color	u Pt-Co	1	202
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	48
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	90
Relación DQO/DBO	---	---	1.9
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	1.50
Grasas y Aceites	mg/L	5	< 5
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	6.21
pH (in-situ)	---	0.01	6.78
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	0.1
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	< 10
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	31.1
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	24,000

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 31. Cuadro comparativo Colonia Hábitat.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Referencia: Colonia Hábitat	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027	2 de Mayo de 2031
Color	u Pt-Co	202	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	48	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	1.50	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	< 5	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	6.21	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	6.78	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	< 10	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	31.1	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	24,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.
Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Los resultados de laboratorio de Colonia Hábitat, fueron muy favorables ya que únicamente el parámetro que no cumple con el valor establecido fue el de Coliformes fecales, en lo que respecta al 2 de Mayo de 2023 en adelante, esto se debe a que las viviendas conectadas si tratan sus aguas residuales y esto representa un factor positivo ya que únicamente se debe considerar tratar de disminuir las Coliformes fecales antes de la fecha establecida.

Algo importante que se debe considerar gestionar la implementación de tubos de concreto para evitar otro tipo de contaminante o bien conexiones de otras viviendas sin tratamiento de sus aguas residuales.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Motagua II
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 12.54
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 32. Datos de laboratorio Motagua II.

Análisis	Dimensional⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	0.82
Color	u Pt-Co	1	449
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	146
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	233
Relación DQO/DBO	---	---	1.6
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	3.60
Grasas y Aceites	mg/L	5	12
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	15.05
pH (in-situ)	---	0.01	7.19
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	0.7
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	104
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	29.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	54,000,000

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017**

Tabla 33. Cuadro comparativo Motagua II.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Motagua II	Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			Referencia:	2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027
Color	u Pt-Co	449	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	146	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	3.60	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	12	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	15.05	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	7.19	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	104	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	29.8	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	54,000,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.
Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Para los resultados de la muestra tomada en el punto de Motagua II, los análisis de laboratorio fueron negativos, siendo los parámetros que no cumplen con el valor establecido los siguientes: la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Grasas y Aceites, Sólidos Suspendidos y las Coliformes fecales, dando más importancia a este último ya que no cumple con su valor establecido para la fecha 2 de Mayo de 2019 y los demás para las posteriores fechas mostradas en el cuadro anterior, sin embargo, lo que se debe considerar es el tratamiento de las aguas residuales por vivienda.

La característica importante de este punto de muestreo, es que directamente descarga las aguas residuales al Río Motagua, siendo fuente de contaminación al recurso hídrico.

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Área urbana municipio de Morales
Referencia: Motagua I
Fecha: 27 de junio de 2017
Hora: 13:40
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria

Tabla 34. Datos de laboratorio Motagua I.

Análisis	Dimensional⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Caudal	L/s	---	0.90
Color	u Pt-Co	1	929
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	10	390
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	624
Relación DQO/DBO	---	---	1.6
Fósforo Total	mg/L – P	0.050	6.40
Grasas y Aceites	mg/L	5	12
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	43.60
pH (in-situ)	---	0.01	6.81
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	3.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	1,687
Temperatura (in-situ)	°C	0.1	29.0
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	5,400,000

(1) L/s = Litros por segundo; mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29014 h8) es acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Fotografías del lugar (ver Apéndice D).

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADO DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 138-2017

Tabla 35. Cuadro comparativo Motagua I.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Motagua I	Referencia: Artículo 24 bis: Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales.			
			2 de Mayo de 2019	2 de Mayo de 2023	2 de Mayo de 2027	2 de Mayo de 2031
Color	u Pt-Co	929	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L – O ₂	390	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L – P	6.40	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	12	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	43.60	150	70	20	20
pH (in-situ)	---	6.81	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	1,687	275	200	100	100
Temperatura (in-situ)	°C	29.0	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Coliformes fecales	NMP/100mL	5,400,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴	< 1X10 ⁴

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; ‘NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.
Rojo: No se cumple.

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico –ECOQUIMSA-.

Para los resultados de la última muestra tomada en Motagua I, estos fueron muy desfavorables ya que los parámetros que no cumplieron con los valores establecidos fueron el Color, la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Grasas y Aceites, Nitrógeno Total, Sólidos Suspendidos y Coliformes fecales, siendo el punto de descarga de aguas residuales con el mayor número de parámetros que no cumplen con los valores establecidos, esto se debe a que el nivel del agua de descarga de la tubería ha superado la altura de esta misma, provocando que se estanque el agua y que no se desplace o exista movimiento.

Es muy importante mencionar que el lugar donde el agua residual queda estancada se encuentra a la orilla de la zona de inundación del Río Motagua, por lo que directamente contamina el cuerpo de agua.

Como parte del desarrollo de otras actividades no planificadas, se elaboró un manual de puesto y función de la unidad de gestión ambiental, con la finalidad de fortalecer la organización administrativa del coordinador encargado y establecer los alcances que este puesto posee dentro de la institución (ver Apéndice E).

4.4.2. Conclusión

En conclusión, en base a las actividades no planificadas, podemos decir que los resultados obtenidos dan respuesta al proceso de diagnóstico y caracterización de las aguas residuales generadas por los usuarios dentro del casco urbano del municipio de Morales, en donde claramente se puede observar en los cuadros comparativos y confrontados de los resultados de laboratorio, que dichos efluentes no cumplen con ciertos límites máximos permisibles de los parámetros analizados, por lo que es conveniente que las autoridades encargadas inicien el proceso de respuesta del tratamiento de las aguas residuales, en base a los datos de laboratorio que servirán para el tipo de aplicación de tratamiento respectivo.

5. CONCLUSIONES

5.1. Se logró establecer un diagnóstico del área de influencia de la unidad de práctica, en los aspectos administrativos, socioeconómicos y ambientales, en donde se identificó el estado actual de dichos aspectos, según documentos oficiales e información municipal, este servirá de soporte para futuras actualizaciones y referencias de la unidad, así como actualizaciones de la información, de acuerdo a los recursos con los que cuenta el municipio de Morales.

5.2. En la identificación de problemas ambientales de la unidad de práctica, entre las debilidades se presentan la carencia de insumos, recurso humano y maquinaria; en sus amenazas los resultados de gestiones municipales deficientes, proyectos incompletos y legislación dispersa; entre los problemas ambientales se tiene la problemática del manejo de los desechos y residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales como principales, así como también, la deforestación, el mal manejo del agua para consumo, contaminación de los cuerpos de agua, avance de la frontera agrícola, falta de educación ambiental, entre otros.

5.3. Se llevó a cabo la realización del plan de actividades según su planificación establecida, en lo que respecta a la formulación y presentación de la política municipal de manejo integral de los desechos y residuos sólidos domiciliarios, se dejó un documento base y guía para la institución en respuesta a la problemática de contaminación por desechos y residuos en el municipio; para el diagnóstico de la basurera municipal en aspectos cualitativos y cuantitativos, con el objeto de brindar un análisis y propuestas de solución y también mejoramiento en ciertas características se procesó toda la información relacionada proporcionando un escenario real y actual de la disposición final de la basura en general, dando puntos débiles en cada etapa, los cuales pueden reestructurarse y mejorarse de acuerdo a las carencias más relevantes; en la generación de datos hídricos mediante el aforo realizado en la fuente principal de agua para consumo del casco urbano, los datos arrojan un caudal hídrico potencialmente aprovechado por las autoridades municipales, sin embargo, el descuido y falta de mantenimiento puede ser un factor negativo, así como proyectos futuros de ampliación de la red de distribución; y otras actividades no planificadas como la caracterización de las aguas residuales en el casco urbano y sus niveles de contaminación en base a la confrontación de resultados de laboratorio con el reglamento actualizado para los límites

máximos permisibles de los parámetros evaluados, brindan información clave para analizar la posible respuesta a qué tipo de tratamiento se aplicara a los diferentes efluentes caracterizados y el proceso que tendrá que seguirse y por último se elaboró un manual de puesto y función para la Unidad de Gestión Ambiental como apoyo administrativo, que servirá para establecer los alcances y requerimientos futuros de la unidad de práctica.

5.4. Como conclusión general del Ejercicio Profesional Supervisado, la experiencia obtenida de cada una de las actividades realizadas permitió fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos enfocados a la gestión ambiental dentro de una institución de gobierno con alcance municipal, lo cual conlleva una responsabilidad de servicio social y ambiental que lógicamente establece un balance entre la interacción del ciudadano y su ambiente, por lo que satisfactoriamente dentro del proceso de desarrollo de cada actividad el conocimiento de la profesión como gestor ambiental se aplicó considerando todos los aspectos importantes.

6. RECOMENDACIONES

6.1. Promover y socializar la política municipal elaborada a la población del casco urbano en respuesta al manejo de los desechos y residuos sólidos domiciliarios.

6.2. Establecer enlaces interinstitucionales que coordinen actividades enfocadas a la importancia del cuidado del medio ambiente, la protección y conservación de los recursos naturales, la educación a temprana edad sobre el tema de contaminación del ambiente, entre otros.

6.3. Mejorar los procesos de tratamiento actual de los desechos y residuos sólidos, desde el servicio municipal hasta la disposición final de estos mismos.

6.4. Sensibilizar a la población en la participación de programas enfocados a un ambiente sano y libre de contaminación, así como el apoyo social-institucional.

6.5. Diagnosticar los estados actuales de los recursos naturales con los que cuenta el municipio y de los cuales se obtienen beneficios y servicios directos.

6.6. Establecer registros cuantitativos y cualitativos de los diferentes componentes ambientales que conforman el municipio.

6.7. Dar seguimiento y respuesta a los procesos de caracterización de las aguas residuales y manejo de desechos y residuos sólidos a nivel municipal.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coordinadora Nacional Para la Reducción de Desastres –CONRED–. Municipalidad de Morales. Dirección Municipal de Planificación. (2016). *Plan de Respuesta Municipal de Morales*, pp. 20.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. –INSIVUMEH–. (2003). Atlas climatológico. Disponible en Internet en: <http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Climate.htm>. Fecha de consulta: 6 de marzo de 2017.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN–. Estudios y Técnicas Especializadas en Ingeniería S.A. de C.V. (2014). *Proyecto Plan Nacional para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y los Desechos Sólidos*, pp. 58.
- Municipalidad de Morales. Dirección Municipal de Planificación. (s. f.). Versión actualizada. *Diagnóstico Municipal*. Municipio, pp. 68.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –Segeplan–. Dirección de Planificación Territorial. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal Morales, Izabal*, pp. 95.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –Segeplan–. Dirección de Planificación Territorial. (2011). *Plan de Desarrollo Departamental de Izabal*, pp. 88.

8. APÉNDICE

Apéndice A. Política de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliarios de Morales.

POLÍTICA DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE MORALES

CONSIDERANDO

Que Guatemala ha ratificado la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992, la cual establece que a fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse de forma aislada, así también que los Estados deberán decretar leyes eficaces sobre el medio ambiente, por lo que, para estas normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican.

CONSIDERANDO

Que según el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala y artículo 1 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente establecen que, el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Decretando así todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación y deterioro; y por otra parte la Constitución Política de la República reconoce y establece el nivel de Gobierno Municipal, con autoridades electas directa y popularmente, lo que implica el régimen autónomo de su administración, como expresión fundamental del poder local, y que la administración pública será descentralizada, lo que hace necesario dar una mejor definición y organización al régimen municipal respaldando la autonomía que la Carta Magna consagra, para que en el marco de esta se promueva su desarrollo integral y el cumplimiento de sus fines.

CONSIDERANDO

Que según el artículo 12 inciso b de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente establece que tiene por objetivo específico la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común, por parte de los organismos competentes.

CONSIDERANDO

Que según el artículo 68 del Código Municipal establece dentro de las competencias municipales formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final; y por su parte el artículo 102 del Código de Salud, el cual denomina al Ministerio de Salud como ente rector del sector salud, establece que le corresponde a la municipalidad la prestación los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, en donde se podrán utilizar lugares para tal actividad de los desechos o la construcción de los respectivos rellenos sanitarios previo a dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional de Medio Ambiente. Así como el artículo 103 también prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en otros lugares donde puedan causar daños a la salud de la población.

CONSIDERANDO

Que el crecimiento poblacional, consumo y estilo de vida del municipio de Morales está relacionado directamente con la cantidad de desechos y residuos sólidos domiciliarios generados, tanto en el sector urbano como rural, provocando un impacto ambiental de contaminación en los ecosistemas y recursos naturales.

CONSIDERANDO

Que es obligatorio constitucionalmente que la municipalidad y la población de Morales desarrolle y acondicione eficientemente un manejo integral para el tratamiento de los desechos y residuos sólidos hasta su disposición final con objeto de prevenir la contaminación al medio ambiente y los recursos.

CONSIDERANDO

Que el Código Municipal establece en el artículo 35 de las atribuciones generales del Concejo Municipal en su inciso i) la emisión y aprobación de acuerdos, reglamentos y ordenanzas municipales, respondiendo así a la atribución que le confiere, de este mismo artículo, en su inciso y) establece la promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio, como atribución.

POR TANTO

En el ejercicio de las funciones que le confiere el artículo 35 literal i) del Código Municipal.

EN REUNIÓN TAL DEL CONCEJO MUNICIPAL

ACUERDA:

Artículo 1. Aprobar la Política de Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliarios.

Artículo 2. El presente Acuerdo Municipal empezara a regir el día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América.

Presentación

Es un hecho que la falta de un manejo integral de los desechos y residuos sólidos en el municipio de Morales representa uno de los principales problemas ambientales desde hace varios años atrás, ya que la cantidad de estos generados es proporcional al crecimiento poblacional, tanto urbano como rural, provocando un impacto ambiental gradual en los ecosistemas y recursos naturales de la zona. El volumen per cápita medio generado de los estratos socioeconómicos bajo y medio es de 180.59 kg/m³ y aunque no existen datos municipales se estima una recepción de más de 28 toneladas diarias en la basurera.

La contaminación por este tipo de desechos, está muy vinculada al concepto social del manejo de los desechos y residuos sólidos (que es tirarlos al río, mezclarlos, quemarlos, etc.). Sumando el consumo y estilo de vida de la población y sobre esto se puede relacionar la falta de cultura (educación técnica sobre la temática) sobre el manejo integrado de estos mismos desechos y residuos, una legislación que carece de peso sobre las actividades antrópicas y con poca aplicación en cuanto al tema y una coordinación interinstitucional débil; ligado a esto se convierte en una problemática la falta de políticas locales o municipales que delimiten su planificación sobre el tema de una manera más descentralizada y acorde a las características locales sobre el tema.

Al no contar con una planificación económico financiera para mediano y largo plazo ha influido en la capacidad y necesidad de recursos humanos y económicos para la ejecución de proyectos relacionados con el tema de manejo de desechos y residuos sólidos del municipio de Morales.

Como consecuencia y en respuesta a esta problemática a nivel nacional se emite el Acuerdo Gubernativo 111-2005 que aprueba la Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, actualmente se emitió el Acuerdo Gubernativo 281-2015 como actualización de esta misma política nacional, por lo que el ente competente de establecer las líneas de acción y coordinar el apoyo de otras instituciones es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN– quien a través de la Comisión Nacional para el Manejo Integrado de Desechos Sólidos – CONADES– misma que se creó con el objeto de estructurar y modificar el diseño del sistema de gestión en el tema abordado.

Con la oportunidad de darle cumplimiento y seguimiento a la política establecida y acordada se presenta a continuación de forma más local, descentralizada y enfocada a la misma problemática ambiental una nueva Política Municipal para el Manejo Integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios de Morales, Izabal, en la cual se tomarán en cuenta las bases y fundamentos de la Política Nacional pero con énfasis en la situación actual del municipio con enfoques de diagnósticos o caracterizaciones realizadas al tema de forma más directa.

Esta política pretende que la municipalidad de Morales cuente con acciones hacia una dirección definida mediante el apoyo y coordinación de las diferentes instituciones para darle solución, seguimiento y control al problema de los desechos y residuos sólidos generados de tipo domiciliar, lográndose involucrar a la población mediante una participación activa y en conjunto, que a su vez desarrolle un sistema eficiente de procedimientos y estrategias para la separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos y residuos sólidos domiciliarios tanto económica y ambientalmente sostenible, introduciendo de forma puntual el tema de la producción más limpia mediante la sensibilización de su aplicación.

INTRODUCCIÓN

La Municipalidad de Morales en su calidad de gobierno local de la administración pública constituye un conjunto de atribuciones, funciones y competencias ligadas al desarrollo económico, social y ambiental, a nivel municipal, con el objeto nacional de cumplir lo establecido en el código municipal. La municipalidad de Morales es una institución descentralizada destinada a desarrollar sus actividades dentro de la jurisdicción territorial que le corresponde, siendo los recursos con los que cuenta, en el contexto ambiental, parte del sub trópico Centroamericano. La propia municipalidad de Morales en alianza y coordinación con las otras instituciones descentralizadas del Estado está comprometida con brindar los mejores servicios a la población y dar respuesta a la solución de problemas con los que cuenta y presenta el municipio.

Uno de los principales problemas ambientales, con tendencia globalizada, de las últimas dos décadas es la generación de desechos y residuos sólidos y los efectos contaminantes que estos producen a los diferentes sistemas naturales, en donde los impactos pueden llegar a ser irreversibles e incluso de muy costoso control y manejo. Esta problemática afecta directamente a las urbes de países en vías de desarrollo y a las poblaciones locales o rurales dispersas y con carencia de servicios, como el tratamiento de los desechos y residuos sólidos desde su transporte hasta su disposición final. A la larga estas acciones antrópicas sin respuesta adecuada trasladan consecuencias graves hacia los recursos naturales provocando una aceleración en el deterioro de estos mismos e incluso contribuyendo al cambio climático.

Es de suma importancia establecer un sistema de gestión ambiental vinculado a cada sector del municipio, tanto urbano como rural, en donde también se modifiquen las funciones y atribuciones de ciertos entes comprometidos con la protección, conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales del municipio. Es por ello que se debe fortalecer la gestión y coordinación entre los actores involucrados en este sistema a implementar, ya sea a través de mecanismos eficientes que permitan generar acciones de respuesta vinculadas a la problemática en específico.

El documento que se presenta a continuación tiene el propósito y la intención de dar el primer paso para la solución del problema ambiental que se ha tenido durante varios años sobre el manejo integral de los desechos y residuos sólidos domiciliarios generados en el municipio, a través de una política de carácter municipal que permitirá desarrollar estrategias interinstitucionales a nivel local

para la aplicación de actividades y acciones modificadas y adaptadas de la política nacional del mismo ámbito.

La generación de información mediante registros cuantitativos o diagnósticos planificados a realizar, o bien ya sea por antecedentes de trabajos realizados, permitirá establecer los criterios para la elaboración de un plan de manejo integral de los desechos y residuos sólidos de tipo domiciliar a nivel municipal, en donde se pretende aprovechar los beneficios que implican su tratamiento adecuado en todas las etapas.

Situación actual del municipio de Morales

Según el Proyecto Plan Nacional para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos elaborado por la organización Estudios y Técnicas Especializadas en Ingeniería S.A. de C.V. en cooperación con las organizaciones gubernamentales competentes, realizaron la siguiente caracterización y diagnóstico enfocado a los Residuos y Desechos Sólidos del Municipio de Morales en el año 2014.

En el manejo de los desechos y residuos sólidos en el municipio de Morales, el sistema se encuentra conformado por el Barrido Manual; Recolección y Transporte; y Disposición Final. Faltando varias etapas de manejo integral. Estos servicios son otorgados por la municipalidad, con una excepción del servicio de recolección, el cual es prestado por dos empresas, con autorización municipal, sin embargo, no existen documentos formales que manifiesten esta relación.

Servicio de barrido

Para este servicio con el que cuenta el municipio, solamente se realiza a través de barrido manual y opera en las avenidas y calles principales del casco urbano, sumando 5.3 km, además de 7,148 m² de la plaza principal. El servicio es los 7 días a la semana en un horario matutino, otorgado y encargado por el personal de la municipalidad, de igual forma con las avenidas y calles, siendo atendidas en los 5 días de la semana.

Las herramientas utilizadas son una escoba y un recogedor, proporcionadas cada cierto tiempo por la municipalidad, así como también para el almacenamiento temporal en cual se cuenta con un tonel de estructura metálica con llantas pudiendo ser removido conforme avancen los trabajos de cada uno de los barrenderos. Posteriormente al estar lleno el tonel es llevado a cualquiera de los dos contenedores más cercanos fijados en la ciudad, para vaciar los desechos.

Servicio de Recolección

Como ya se mencionó anteriormente este servicio es otorgado por dos empresas privadas, contando cada una con dos camiones de caja cerrada con capacidad de 20.24 m³, sin embargo, solamente uno es el que mantienen operando, manteniendo el otro en reserva. Cada empresa efectúa un cobro mensual a los usuarios, distribuyendo una tarifa para los domicilios de Q. 30.00 y de Q. 50.00 para los comercios. La cobertura para este servicio aproximadamente es del 30% de la población. Para evitar tiraderos no autorizados debido al alto porcentaje de población que no cuenta

con este servicio, la municipalidad ha colocado en dos puntos de la ciudad 5 contenedores con capacidad de 20 m³, en donde la población por sus propios medios lleva sus desechos y los deposita en estos contenedores, para que posteriormente el personal municipal los retire. Esta operación la realiza diariamente la municipalidad en un turno de 7 am a 4 pm.

Frecuentemente el servicio de recolección realizado por las empresas es de una vez por semana, teniendo un total de 20 rutas de lunes a viernes. Siendo estas rutas atendidas de 8 am a 4 pm.

Para la función las empresas cuentan con el personal asignado por vehículo de 3 ayudantes y el operador. En el caso de la municipalidad, el vehículo tiene designado un operador y un ayudante. Para el vehículo con el que se recolectan los contenedores cuenta con un sistema ROLL OFF, el cual consiste en enganchar y subir el contenedor en la plataforma del vehículo para poder transportarlo al -Sitio de Disposición Final- SDF.

Aprovechamiento y valorización de residuos

En este caso se destaca la presencia de un intermediario que adquiere los siguientes subproductos y cantidades:

- Papel (cuaderno, prensa, revista)...3 ton/mes.
- Cartón...80 ton/mes.
- PET...6 ton/mes.
- Vidrio... 4 ton/mes.

Siendo la ruta que siguen estos subproductos recuperados por la Municipalidad de Morales la mencionada a continuación:

- Vidrio y papel: es trasladado a Guatemala donde varias empresas lo compra.
- Cartón: de igual manera es trasladado a Guatemala en donde es vendido a empresas de origen chino.
- PET: Es trasladado prensado hacia la república de Honduras para su venta.

Disposición final

Este se ubica y se encuentra a escasos metros de la carretera que lleva a la localidad de Río Dulce. Con una distancia de 4,600 metros de la plaza central del municipio.

El sitio es considerado semicontrolado propiedad municipal con un área aproximada de 8,600 m², en donde un 50% se encuentra con basura, del cual solo un 20% se encuentra con cobertura, ya que sirve como camino interno. A este se puede acceder por la carretera CA-13 que conecta Morales y Río Dulce, ingresando por terracería con una longitud de 120 metros.

Este predio carece de todas las instalaciones para su correcto funcionamiento de acuerdo a su tipo:

- No se encuentra delimitado
- No cuenta con caseta de vigilancia ni un control de acceso.
- No cuenta con franja de amortiguamiento.
- No cuenta con infraestructura para el desvío de aguas pluviales ni para control de lixiviados y biogás.
- No cuenta con servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje.
- No cuenta con báscula para pesaje.
- No cuenta con oficinas administrativas.
- No cuenta con baños ni vestidores.

No existe orden de control de acceso y depósito de residuos. Para el sitio se estima una vida útil de 20 años operando correctamente. No existen datos municipales de cuantos residuos son depositados diariamente, pero se estima un recepción de 28.89 ton. diarias, de las cuales 9.28 ton/día son de las empresas particulares que prestan el servicio; 3.61 ton/día de particulares que por sus medios llevan sus desechos al lugar; 14.44 ton/día del servicio prestado por el municipio (contenedores); 1.54 ton/día provienen del poblado de Río Dulce. Para el último caso la municipalidad de Morales y Livingston no manifiestan ningún acuerdo o convenio sobre el servicio del poblado de Río Dulce, considerando que este es privado.

Caracterización de los residuos y desechos sólidos domiciliarios de los municipios de Puerto Barrios, Morales Y Los Amates, del departamento de Izabal y de los residuos depositados por las mareas en las costas del Refugio De Vida Silvestre Punta De Manabique

Resultados del trabajo de caracterización de los residuos y desechos sólidos domiciliarios realizado en los municipios de Los Amates, Morales y Puerto Barrios, gracias al apoyo de los actores involucrados, concretaron los siguientes datos:

Producción promedio de residuos y desechos sólidos domiciliarios expresados en libras por persona por día y clasificados por municipio.

Tabla 36. Producción promedio por lb/hab/día en Morales.

Producción Promedio en lb / persona / día				
	Orgánicos	Inorgánicos Reciclables	Desechos	Totales
Morales	0.88	0.37	0.41	1.66

Fuente: Caracterización de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de los municipios de puerto barrios, morales y los amates, del departamento de Izabal y de los residuos depositados por las mareas en las costas del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

MARCO LEGAL Y POLÍTICO

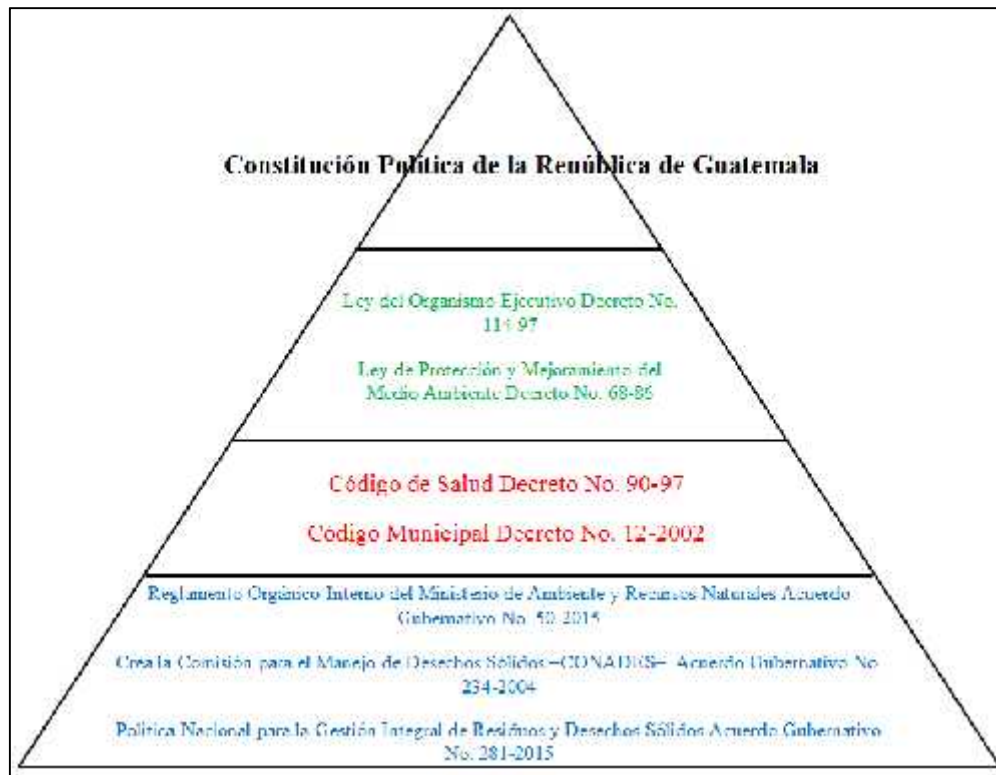


Figura 23. Pirámide de Kelsen marco legal ambiental de Guatemala.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Artículo 64. Patrimonio natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictaran todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado:

c) Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente;

De esta forma surge la siguiente ley:

DECRETO NÚMERO 90-2000, REFORMAS A LA LEY DEL ORGANISMO EJECUTIVO, DECRETO NÚMERO 114-97

Artículo 1. Se adiciona el numeral 13 al artículo 19, el cual queda así:

"13. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales."

Artículo 2. Se reforma el artículo 29, al cual queda así:

"Artículo 29 "bis", Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

Para ello tiene a su cargo la siguiente función:

a) Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país;

LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DECRETO No. 68-86

Artículo 6. El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radiactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos en el territorio nacional.

Artículo 7. Se prohíbe la introducción al país, por cualquier vía, de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales, tratados o no, así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales, que contengan sustancias que puedan infectar, contaminar y/o degradar al medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes, incluyendo entre él las mezclas o combinaciones químicas, restos de metales

pesados, residuos de materiales radiactivos, ácidos y álcalis no determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas y hongos zoo y fitopatógenos.

Artículo 12. Inciso b. La prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que origine deterioro al medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común, calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes.

Artículo 16. Inciso b. El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos relacionados con la descarga de cualquier tipo de sustancias que pueden alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, o flora, fauna y a los recursos o bienes.

CÓDIGO MUNICIPAL DECRETO No. 12-2002

Artículo 35. Atribuciones generales del Concejo Municipal. Son atribuciones del Concejo Municipal:

e) El establecimiento, planificación, reglamentación, programación, control y evaluación de los servicios públicos municipales, así como las decisiones sobre las modalidades institucionales para su prestación, teniendo siempre en cuenta la preeminencia de los intereses públicos;

y) La promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio.

Artículo 68. Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, siendo el inciso a) el siguiente:

a) Abastecimiento, domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final.

CÓDIGO DE SALUD DECRETO No. 90-97

Artículo 102. Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las Municipalidades la prestación de los servicios; de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrían utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionamiento o empleado que no emitió el dictamen en el plazo estipulado.

ARTICULO 103. Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.

Artículo 104. Lugares inadecuados. Si el Ministerio de Salud comprobara que existen lugares en donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser trasladados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios, con base a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud.

Artículo 105. Sitios y espacios abiertos. Los propietarios o poseedores de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias, son responsables de hacer cumplir esta disposición.

Artículo 107. Desechos sólidos de la industria y comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos,

no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esta materia.

REGLAMENTO DE TRÁNSITO ACUERDO GUBERNATIVO NÚMERO 273-98

Artículo 182.- Multa de trescientos quetzales. Se aplicará multa de trescientos quetzales en los casos que siguen:

3. Por tirar o lanzar basura u otros objetos en la vía pública, desde un vehículo estacionado o en marcha. El conductor pagará el monto de esta multa.

REGLAMENTO ORGÁNICO INTERNO DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Artículo 5. Ministro. El Ministro es la máxima autoridad del Ministerio. Le corresponde su dirección y conducción política, técnica y administrativa. En caso de ausencia del Ministro, los sustituirá el Viceministro que tenga mayor antigüedad en el cargo o el de mayor edad. En cumplimiento de las disposiciones de la Constitución Política de la República de Guatemala y de la Ley del Organismo Ejecutivo, le corresponden las funciones siguientes:

a) Proponer a la Presidencia de la República las normas, anteproyectos de ley, acuerdos, reglamentos y otras disposiciones, para la ejecución de las políticas nacionales de ambiente, recursos naturales y cambio climático, para la racionalización y sistematización de la legislación en materia de ambiente y recursos naturales.

SE CREA LA COMISIÓN PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS ACUERDO GUBERNATIVO No. 234-2004

Artículo 1. Creación. Se crea la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos –CONADES– como el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los desechos sólidos.

Se prorroga por tres años más el plazo de creación, por el Artículo 1 del Acuerdo Gubernativo No. 370-2007 el 18-08-2007.

Se prorroga por otros tres años más la vigencia, por el Artículo 1 del Acuerdo Gubernativo 231-2010 el 15-09-2010.

ARTICULO 3. Funciones. La Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos tendrá las siguientes funciones:

- a) La coordinación interinstitucional e intersectorial de los diversos actores del gobierno central, las municipalidades, la sociedad civil y el sector privado, que desarrollen programas y proyectos relacionados con el manejo y control de los desechos sólidos.
- b) La asesoría y consultoría para la modernización de la gestión de los desechos sólidos, tóxicos y peligrosos.
- c) La generación de la capacidad técnica, administrativa y financiera de las instituciones relacionadas con el manejo de los desechos sólidos.

ACUERDO GUBERNATIVO 111-2005. Acuerda:

Artículo 1. Aprobar la Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos.

Para el año 2015 se actualiza la política mencionada a través del siguiente acuerdo:

ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015. Acuerda:

Artículo 1. Aprobación. Aprobar la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, por un plazo de quince (15) años, contados a partir de la vigencia del presente Acuerdo Gubernativo.

Quedando así establecida la comisión como órgano asesor y consultor en formulación de políticas relacionadas con el tema, involucrando directamente a actores principales como: el MARN, el MSAS, SEGEPLAN, el INFOM, la ANAM y CACIF, asumiendo coordinación, estrategias y alianzas en los diferentes sectores.

En base a todos los mandatos de ley expuestos en relación al tema de desechos sólidos, se propone la presente Política Municipal para el Manejo Integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios de Morales, Izabal con una visión para 10 años.

De esta forma tanto el MARN como CONADES junto con la Municipalidad de Morales asumirán la responsabilidad rectora y coordinadora en la competencia de Manejo Integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios, de manera que coadyuven a mitigar y resolver el problema ambiental a nivel local.

VISIÓN

Ser una cabecera municipal con un modelo eficiente de manejo integral de los desechos y residuos sólidos domiciliarios con sostenibilidad ambiental, social y cultural, de forma participativa y coordinada, que promueva un ambiente sano y educativo en donde la población tenga una mejor calidad de vida con servicios y beneficios ecológicos y de desarrollo, en donde el ciudadano sea consciente de la importancia y valor de los recursos naturales en interacción con las actividades antrópicas.

PROPÓSITO

La Política Municipal de Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliarios del Municipio de Morales, busca que la población e instituciones desarrollen principios y valores enfocados al manejo integral de los desechos y residuos domiciliarios producidos, y acciones mediante un sistema de gestión de tratamiento participativo y comprometido que asegure las acciones sectoriales, la coordinación de los actores y conserve el patrimonio natural de la zona, definiendo responsabilidades y atribuciones estratégicamente fundamentadas y consensuadas.

OBJETIVO GENERAL

Promover un sistema de tratamiento integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios del Municipio de Morales a través de acciones de gestión y unificación interinstitucional que permita agrupar a los actores principales y responsables en el saneamiento y calidad ambiental, y así modificar la conducta de la población hacia un equilibrio ecológico que beneficie el bienestar económico, social y cultural.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Involucrar a instituciones educativas y públicas en el Sistema de Manejo Integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios municipales a través de acciones, con el objetivo de fortalecer la importancia de la problemática y su impacto al medio ambiente.
- Integrar a los actores e instituciones principales, competentes y responsables ambientalmente en el desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental para el Manejo de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios de forma eficiente y funcional que permita la realización del conjunto de actividades, procedimientos y competencias necesarias ante

la situación actual de la problemática del municipio proyectando un desarrollo sostenible con el ambiente.

- Transformar los hábitos de la población en cuanto a la cultura de producción, consumo, manejo y disposición de los Desechos y Residuos Sólidos de tipo Domiciliar mediante la participación social en los procesos de desarrollo del Sistema de Manejo Integral de los Des. Y Res. Sólidos Dom., mecanizando enlaces eficientes entre el COMUDE, los COCODES y grupos organizados.

PRINCIPIOS DE LA POLÍTICA

Desarrollo Sostenible. Este se define como el que satisface las necesidades del presente, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Basándose en tres factores importantes que son lo social, ecológico y económico

El bien general prevalece sobre el particular. Todo beneficio obtenido de la población deberá anteponerse al beneficio particular. Para el tratamiento y manejo de los desechos y residuos sólidos domiciliarios se debe tomar en cuenta a toda la población no solamente a un grupo selecto.

Coordinación interinstitucional. En la aplicación efectiva de cierta política, esta misma tiene que demandar una estrecha combinación de acciones entre los diversos actores, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, privadas y extranjeras con un enfoque ambiental.

Principio del Derecho Humano a un Ambiente Sano. Cada persona tiene el derecho propio de habitar en un entorno apropiado para su crecimiento y tranquilidad.

Quien contamina, paga. Para cualquiera que genere desechos y residuos sólidos le incumbe responsabilizarse del gasto procedente del manejo integral de los mismos, y en su proceso, la restauración de deterioro e inconveniente causado.

Precautoriedad. La autoridad local deberá adaptar considerablemente el principio de precaución acorde a sus capacidades. En el momento de acontecer un riesgo de daño grave e irreversible, la carencia de evidencia científica incondicional no deberá emplearse como juicio para posponer la adopción de medidas eficaces para evitar la degradación del medio ambiente.

Estado facilitador y solidario. La administración local debe fomentar, incitar, proteger y seguir todos los procesos que posibiliten fortalecer la descentralización administrativa, económica, política y fiscal de la gestión ambiental y los recursos naturales, a través de un papel como facilitador, con el propósito de asegurar la gestión a nivel local. Asimismo el fortalecimiento de la gestión solidaria con los diferentes sectores de la sociedad y las entidades de gobierno.

Responsabilidad. El habitante del territorio municipal debe trabajar con compromiso social y moral, emplear el entendimiento y hábitos adquiridos en relación con las necesidades de preservación, conservación y uso razonable del ambiente y los recursos naturales.

PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE MANEJO DE DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

Este programa tiene el objetivo principal de unificar e integrar, en la función que le corresponde a cada uno, a los diferentes actores sociales, organizaciones públicas y privadas en un sistema secuencial de etapas y procesos complementarios que permitan solventar la problemática actual del manejo de desechos y residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Morales. Todo lo establecido bajo un marco cooperativo con funciones definidas por la ley.

Actividad estratégica

Incorporación del sistema educativo del municipio de Morales, en todos los niveles, en el Manejo Integral de los Desechos y Residuos Sólidos de tipo Domiciliar.

Acciones

- Desarrollo de un plan escolar de educación sobre el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Crear una comisión educativa municipal que incluya a los centros educativos públicos y privados para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Formación y capacitación de docentes para el desarrollo y promoción de la Política Municipal de Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Convocar trimestralmente a estudiantes y docentes de los diferentes niveles de educación para realización de talleres, charlas, foros y programas de divulgación informativa vinculada al Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Gestionar la visita de personal capacitado de instituciones ambientales para educación sobre la importancia del Medio Ambiente y Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios y el impacto que estos generan, en todos los niveles educativos.
- Coordinación de los grupos que inciden en la contaminación ambiental por Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios, para la realización de actividades y programas de acción educativos que permitan la participación de los diferentes agentes contaminantes en el municipio de Morales.

- Creación de enlaces participativos para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliars entre centros educativos e instituciones ambientales gubernamentales y no gubernamentales, con el objetivo de motivar e incentivar a la población.

Actividad estratégica

Coordinación, gestión y articulación de actores e instituciones vinculadas a la producción, investigación, difusión, gestión y educación ambiental para que involucren el tema de Manejo Integral de Desechos y Residuos Sólidos de tipo Domiciliar en el municipio de Morales.

Acciones

- Unificación de criterios identificados a nivel institucional para el diseño y creación de un Plan Municipal de Gestión Integral de los Desechos y Residuos Sólidos de tipo Domiciliar.
- Definir las actividades y competencias de los diferentes actores e instituciones involucradas, exclusivamente en la Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliars.
- Priorizar la creación y funcionamiento de una instancia coordinadora, a nivel municipal, con funciones y atribuciones definidas en responsabilidad de organizar las actividades de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos Domiciliars.
- Implementar planes, proyectos y programas para la Gestión Integral de los Desechos y Residuos Sólidos en cooperación y participación con los diferentes actores y sectores sociales del municipio de Morales.
- Fortalecimiento de las capacidades técnicas institucionales y sociales para el desarrollo de la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliars en todos los ámbitos posibles e identificados.
- Crear una normativa y reglamento específico que detalle todos los ámbitos y componentes de intervención para el Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos Domiciliars en el municipio de Morales.

- Establecer un Sistema de Información Municipal –SIM– que permita llevar un registro de datos e información estadística actualizable a través de herramientas e instrumentos técnicos con las instituciones involucradas y el sector social participativo.
- Establecer un sistema de control y vigilancia que permita a las herramientas e instrumentos de monitoreo controlar los procesos más relevantes de la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliares en base a normas y especificaciones técnicas adaptadas.
- Notificar, publicar y divulgar resultados de las actividades de la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Domiciliares a nivel municipal.

Actividad estratégica

Integración y formación del área rural y urbana al Sistema de Gestión Integral Municipal para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliares de forma coordinada y eficiente.

Acciones

- Creación y organización de la Comisión de Manejo Integral de Desechos y Residuos Sólidos para el COMUDE y los COCODES del municipio de Morales.
- Asignación de funciones y atribuciones al coordinador encargado de la comisión para el manejo eficiente de información, procesos administrativos y Gestión de los Desechos y Residuos Sólidos.
- Promover e incentivar la participación de la población a través de actividades que beneficien al sector urbano y rural enfocado al Manejo Integral de Desechos y Residuos Sólidos de tipo domiciliar.
- Establecer programas de acción en las áreas de mayor densidad poblacional a través de mecanismos como capacitaciones, talleres, reuniones y charlas que conlleven a una mejor toma de decisiones para el Manejo de los Residuos y Desechos.
- Gestionar la adquisición de equipo y herramientas, así como vehículos rurales necesarios para Manejo de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliares.

- Desarrollo de sistemas de tratamiento locales de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios en las áreas rurales de mayor desarrollo, para que faciliten la disposición final de estos para la siguiente etapa del sistema general.

Actividad estratégica

Implementación municipal de un programa de inversiones que coadyuve a las asignaciones específicas de recursos financieros y potenciar espacios de contribución pública-privada, según las demandas económicas del Sistema de Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios a establecer.

Acciones

- Constituir mecanismos de inversión financiera para el requerimiento de planes, programas y proyectos para el Sistema Gestión Integral.
- Conformar un fondo financiero de las diferentes fuentes cooperantes que brinde soporte al Sistema de Gestión Integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios, para la implementación de planes, programas y proyectos de gestión integrada.
- Asegurar la colaboración pública-privada por medio de mecanismos de inversión externa que posibilite el desarrollo, diseño y ejecución de planes, programas y proyectos que implemente el Sistema de Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Promover todos los procesos y etapas estratégicas de proyectos de inversión mixta en el Sistema de Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios, con la participación de todos los actores y sectores involucrados, en donde se determine una inversión estabilizada con una responsabilidad compartida.
- Fijar estructuras de participación mixta en el comercio relacionado con la Gestión Integral de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios, que garantice el retorno del capital.
- Incentivar la edificación de infraestructura apropiada para el tratamiento inicial, intermedio y final de los Desechos y Residuos Sólidos Domiciliarios en donde se tome en cuenta todos los estándares de diseño y reglamentos en su construcción, y así poder desarrollar y ejecutar sistemas de monitoreo y seguimiento dentro de las instalaciones.

Glosario

Ambiente o medio ambiente. Es el sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Basura. Sinónimo de residuos sólidos municipales y de desechos sólidos.

Botadero. Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario.

Equilibrio ecológico. Es la condición en la cual un ecosistema se encuentra compensado porque las actividades del ser humano, no superan su capacidad para soportar cambios, de forma tal, que cualquier actividad logra insertarse de manera armónica, sin que la existencia del uno implique riesgo de alterar en forma adversa, las condiciones que favorecen al otro.

Gestión ambiental. Conjunto de procesos, operaciones técnicas y actividades gerenciales, que tienen como objetivo asegurar el desempeño ambiental en el proceso de evaluación, control, seguimiento y vigilancia ambiental como parte de las fases de planificación, ejecución y vida útil de los proyectos, obras, industrias o actividades que operen dentro de las normas legales, técnicas y ambientales requeridas por la ley.

Licencia ambiental. Documento oficial extendido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, obtenido como consecuencia de la resolución final del procedimiento administrativo que aprueba el instrumento ambiental.

Lixiviado. Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, humedad de la basura y descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos.

Manejo. Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Incluye el almacenamiento, el barrido de calles y áreas públicas, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria.

Producción más limpia. Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva a los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos a los humanos y al medio ambiente.

Reciclaje. Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. La palabra "reciclado" es un adjetivo, el estado final de un material que ha sufrido el proceso de reciclaje.

Relleno sanitario. Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente, y el control de los gases y lixiviados y la proliferación de vectores, a fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.

Residuo sólido domiciliar. Residuo que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

Residuos sólidos. Cualquier material incluido dentro de un gran rango de materiales sólidos, también algunos líquidos, que se tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, excesivos o sin valor.

Tratamiento. Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.

Aspectos básicos que se deben considerar en el Plan de Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Domiciliares Municipales.

Se tienen en cuenta características de la organización, regulaciones existentes y vigentes, así también como las regulaciones del MARN, MSPAS, de la Constitución Política de la República de Guatemala, Código Municipal, el CONADES y otras regulaciones relacionadas.

Identificación de los Desechos Sólidos Domiciliares.

Clasificación de los Desechos Sólidos.

Desechos sólidos domiciliarios orgánicos: también denominados desechos biodegradables, como restos de alimentos, desechos de jardinería, residuos agrícolas, huesos, animales muertos, entre otros.

Desechos sólidos domiciliarios inorgánicos: son considerados genéricamente como inertes, ya que su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, sin embargo su dispersión degrada el valor estético del mismo. De forma general estos desechos pueden ser: papel y cartón, vidrio, cristal y cerámica, desechos de metales y/o que contengan metales, madera, plásticos, goma y cueros, textiles (trapos, gasas, fibras), y barreduras.

Estos se pueden separar desde el hogar como eslabón principal de una secuencia de etapas de tratamiento más eficiente y adecuado. El aprovechamiento en esta fase es evidente y relevante.

Manejo interno de los desechos sólidos domiciliarios generados en el municipio.

Se deben tener en cuenta todas las actividades de planificación, coordinación, estrategias, equipo y recursos materiales y financieros para la ejecución del plan de manejo.

Recolección: Para esta etapa se describen las acciones que deben realizar los principales recolectores u operadores para la recolección y traslado de los desechos domiciliarios generados, al equipo encargado de trasportarlos al sitio de disposición final o de tratamiento. Se debe especificar y definir frecuencia y medios de trabajo, la seguridad y protección.

Etapas muy relevantes ya que de esta misma surge el capital de retorno o de inversión que permitirá consolidar dicha recolección y financiar las etapas posteriores.

Tratamiento: Esta etapa se basa en modificar las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos domiciliarios, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su

agresividad ambiental y así poder facilitar su gestión. Para este caso existen diferentes tipos, pudiendo ser por organizaciones especializadas o bien en lugares específicos de la localidad.

Para los tipos de tratamientos:

Reciclaje: proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para posteriormente ser incorporados como materia prima al ciclo de producción o de consumo.

En este se requiere espacio, personal capacitado, equipo de seguridad, entre otros insumos y herramientas que mejoren el tratamiento.

Recuperación: esta se relaciona con obtener materiales secundarios, ya sea por separación, recolección o cualquier otra forma de retirar de los residuos sólidos algunos componentes para su reciclaje o reutilización. Puede considerarse como un tratamiento alternativo.

Reutilización: capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma o para el mismo propósito de su fabricación. De igual forma que el anterior es de forma alternativa.

Relleno o vertedero controlado: lugar temporal para la disposición final de los desechos sólidos, que no cuenta con estructura de relleno sanitario, pero se dan las condiciones mínimas para compactación y cobertura.

La adaptación de este tratamiento deberá ser el más contemplado, ya que como tal no posee todas las condiciones de un relleno sanitario, pero proporciona el manejo adecuado para una población relativamente pequeña.

Relleno sanitario: con aspectos técnicos de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos y desechos sólidos domiciliarios municipales, este comprende esparcimiento, acomodo y compactación de los desechos y residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente, teniendo control de la proliferación de vectores y el manejo adecuado de gases y lixiviados evitando la contaminación al ambiente y protegiendo la salud de la población.

Otros aspectos a considerar

Pago por servicio: Esta cuota deberá ser estándar y flexible para los diferentes generadores de desechos y residuos sólidos, ya que son diferentes las actividades realizadas y los insumos y materiales utilizados. Este pago deberá incluir todas las etapas de tratamiento.

Prohibiciones y sanciones: Por medio de un reglamento o normativo se deberán promulgar todas las prohibiciones y castigos o penas que se aplicaran sobre los Desechos y Residuos Sólidos de tipo Domiciliar, el cual tendrá que abarcar desde el transporte colectivo y particular hasta los lugares públicos y recreativos. Para las sanciones deben ser de tipo económico.

Monitoreo de la política

Se establecerán indicadores ambientales por parte del gobierno local y los actores involucrados para la problemática actual, en donde la municipalidad de Morales recopilara toda la información pertinente al término de un año para ser evaluada según la ejecución de la política presentada respectivamente.

Responsable

El responsable de la coordinación y seguimiento de esta política será la Municipalidad de Morales.

Apéndice B. Fotografías de la basurera municipal, condiciones y maquinaria utilizada.



Apéndice C. Fotografías del Parque Regional Municipal Montaña Chiclera, río y sendero.





Apéndice D. Fotografías de toma de muestras en campo de las aguas residuales por lugar.



Toma de muestras en campo por encargado de –ECOQUIMSA- en Milla 37.



Toma de muestras de campo en Santa Bárbara I.



Toma de muestras en campo en Santa Bárbara II.



Toma de muestras en campo en Las Flores II.



Toma de muestras en campo en Las Flores I.



Toma de muestras en campo en Colonia Hábitat.



Toma de muestras en campo en Motagua II.



Toma de muestras en campo en Motagua II.

Apéndice E. Manual de puesto y función de la unidad de gestión ambiental.



Municipalidad de Morales
Dirección Municipal de Planificación
Manual de Puesto y Función
Coordinador (a) de la Unidad de Gestión Ambiental
UGAM



Descripción del Puesto

Puesto Funcional:	Coordinador (a) de la Unidad de Gestión Ambiental	
Puesto Nominal:	Coordinador	
Autoridad Nominadora: Alcalde Municipal	Jefe Inmediato Superior: Director de la DMP	Subalternos: Guarda Recursos Naturales
Sede: Municipalidad de Morales, Departamento de Izabal	Horario: Lunes a Viernes 08:00 a 17:00	Fecha: Agosto 2017

Descripción del puesto:

Es la persona responsable la Unidad de Gestión Ambiental como dependencia de la Dirección Municipal de Planificación, quien debe elaborar planes y programas de protección y conservación de la flora y la fauna del municipio, coordinar estudios de impacto ambiental para incluirlos en instrumentos urbanísticos de iniciativa municipal, así como la revisión de este tipo de instrumentos ambientales que se presenten ante la municipalidad por los particulares.

Organigrama:

Funciones:

- Coordinar y dar seguimiento con las instituciones que corresponda, todas las medidas y acciones para la protección, conservación, mejoramiento y manejo ambiental del municipio de Morales;
- Requerir el estudio de impacto ambiental antes de la aprobación de todo proyecto dentro del municipio, que faculte al interesado para solicitar su licencia de construcción o ejecución;
- Propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico en el municipio;
- Proponer en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN, con el visto bueno del Director de la DMP, normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento sea racional de la flora y fauna, de la tierra y del agua;
- Coadyuvar en la formulación y realización de programas educativos forestales, aprovechamiento del agua y la prevención de incendios forestales;
- Identificar y gestionar el establecimiento de áreas protegidas en terrenos municipales;

-
- Apoyar la definición de políticas, escenarios y estrategias para la planificación y el manejo integral y sustentable del territorio municipal;
 - Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente, con el aval de la población según el ordenamiento territorial de su jurisdicción;
 - Colaborar en la preparación y aprobación de normas y reglamentos relacionados con la gestión del medio ambiente y los recursos naturales;
 - Elaboración de planes y programas de protección y conservación de la flora y la fauna del municipio, con la participación y consenso de la población (juventud, mujeres, indígenas y no indígenas);
 - Supervisión e informe de los Estudios de Impacto Ambiental que se presenten ante la municipalidad por parte de los particulares;
 - Coordinar y promover la participación de la población en los procesos de gestión para la reducción de riesgos;
 - Dar seguimiento al cumplimiento de las comisiones conformadas para la mitigación de riesgos;
 - Dar capacitaciones al personal, funcionarios (as) municipales y otras entidades locales respecto a las medidas a seguir antes, durante y después de los desastres naturales o eventos adversos;
 - Implementación de Políticas, Programas relacionados con la gestión de Residuos y Desechos Sólidos del municipio;
 - Identificar y zonificar áreas vulnerables y de riesgo;
 - Diseñar y aplicar los programas y las medidas preventivas tendientes a eliminar o reducir los efectos destructivos en caso de que se produzca un desastre de origen natural;
 - Efectuar estudios sobre vulnerabilidad, prevención, mitigación, preparación, respuesta, reconstrucción, rehabilitación, reactivación y restauración en caso de emergencia;
 - Implementar medidas para la conservación, protección y el mantenimiento del equilibrio ambiental y el desarrollo humano; y,
 - Otras inherentes a su cargo o de distinta naturaleza en casos especiales cuando no exista labor de la naturaleza de su plaza, o cuando sea necesario cumplir de manera apremiante con la ejecución de determinadas tareas relacionadas con el quehacer municipal, tomando en cuenta sus conocimientos y capacidades físicas y/o académicas para el desempeño de las mismas, lo cual no consiste en cambio de plaza ni disminución de salario.
-

RELACIONES DEL PUESTO

Internas

<u>Puesto/Área</u>
Concejo Municipal
Alcalde (sa) Municipal
Director de la DMP
Técnicos de la DMP
Personal de la DMP
Director DAFIM
Tesorería DAFIM
Secretaría Municipal
Dependencias de la Municipalidad

Externas

<u>Institución</u>
Empresas Públicas y Privadas
Representantes OG's y ONG's
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Municipalidades
INAB
CONAP
CONRED
Vecinos
Otros

RESPONSABILIDADES

De presentar los informes indicados en sus funciones.
Conservación, custodia y uso adecuado del equipo e insumos.
Información y documentos a cargo de la DMP.
Del personal bajo su cargo.

REQUISITOS DEL PUESTO

Nivel de Educación:	Primaria	Secundaria	Técnico	Universitario	Grado o año aprobado
				X	Licenciatura
Título o Diploma:	Licenciado en medio ambiente y recursos naturales o Ing. Agrónomo o Ingeniero Ambiental				
Conocimientos especiales:	Especialista en Gestión Ambiental, Análisis de evaluación de impacto ambiental, Análisis de Gestión de Riesgo contra desastres, Conocimiento en Equidad de Género y Pertinencia Cultural, Gestión en Tratamiento de Desechos Sólidos y Líquidos, Cooperación Nacional e Internacional.				
Experiencia Laboral:	Tiempo de experiencia		Clase de experiencia laboral		
	5 años		Especialista en Gestión Pública y Privada con Conocimientos en Área Ambiental Cooperación Nacional e Internacional, Equidad de Género y		

Proyectos Productivos y Sociales. Diagnósticos,
Recursos Hídricos, Reforestación, Leyes
ambientales.

Requisitos Legales: Colegiado activo, antecedentes penales, antecedentes policiales y
licencia de conducción de vehículo.

OTROS

Habilidades y Destrezas	Características Personales
<ul style="list-style-type: none">• Buenas relaciones interpersonales.• Manejo y desenvolvimiento de grupos: hombres, mujeres y niños.• Habilidad verbal.• Trabajo en equipo.• Buena redacción.• Habilidad de análisis.• Toma de decisiones.• Manejo de programas Office: Word, Excel y PowerPoint.	<ul style="list-style-type: none">• Honesto.• Responsable.• Proactivo.• Liderazgo.• Organizado.• Compromiso institucional.

Fuente: elaboración propia.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. Inside the shield, there is a figure of a woman in a red dress and white headscarf, holding a book. Above her is a golden crown. To the left and right of the figure are golden lions. The shield is flanked by two golden pillars. The entire shield is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin motto: "CETERA PARVORUM CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEM".

**ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO DEL MANGLE (*Rhizophora mangle* L.)
Y CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) EN ALDEA LA ANGOSTURA,
LIVINGSTON, IZABAL.**

EDGAR DANIEL PÉREZ MONROY

IZABAL, OCTUBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO DEL MANGLE (*Rhizophora mangle* L.)
Y CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) EN ALDEA LA ANGOSTURA,
LIVINGSTON, IZABAL.**

Presentado al Honorable Consejo Directivo del Centro Universitario de Izabal

Por:

EDGAR DANIEL PÉREZ MONROY

En el acto de investidura como

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL, EN EL GRADO ACÁDEMICO DE
LICENCIADO**

Izabal, Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Ph. D. JOSÉ ADIEL ROBLEDO HERNÁNDEZ

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ph. D. José Adiel Robledo Hernández
Representante de Profesores:	Lic. Humberto Teos Morales
Representante de Egresados:	Licda. Juana Isabel Galdámez Mendoza
Representante de Estudiantes:	Luis Fernando Arias López
Representante de Estudiantes:	Roberto Gabino Barrera Castillo
Secretaria:	Licda. Ana María de León Escobar

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Lic. Humberto Teos Morales
Coordinador de Carrera:	MSc. Ing. Ricardo Alfonso Barrientos Reneau
Coordinador del Programa de Trabajos de Tesis:	MSc. Ing. Ricardo Alfonso Barrientos Reneau

Izabal, Guatemala, octubre de 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO DEL MANGLE (*Rhizophora mangle* L.)
Y CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) EN ALDEA LA ANGOSTURA,
LIVINGSTON, IZABAL.**

EDGAR DANIEL PÉREZ MONROY Carné 201340183

ASESOR PRINCIPAL: M. Sc. Lic. HUGO HIDALGO COLINDRES

ASESORES ADJUNTOS:

M. Sc. ERICK FERNANDO COC

Ph. D. EDDI ALEJANDRO VANEGAS CHACÓN

Izabal, Guatemala, octubre de 2017



USAC
TRICENTENARIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
USAC-CUNIZAB

Puerto Barrios, septiembre de 2017

PhD. José Ariel Robledo Hernández
Director Centro Universitario de Izabal –Cunizab-
Puerto Barrios, Ciudad

Respetable Director:

En atención a la asignación de la comisión de tesis de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, para asesorar al estudiante: Edgar Daniel Pérez Monroy carné 201340183 en el trabajo de investigación denominado “**estudio ambiental y socioeconómico del Mangle (*Rhizophora mangle L.*) y Chicozapote (*Manilkara zapota (L.) P. Van Royen*) en aldea la Angostura, Livingston, Izabal**”, tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he procedido a asesorar y orientar al aspirante, sobre el contenido de la tesis en mención.

Por lo que el trabajo presentado reúne metodológicamente, de forma y fondo los requisitos exigidos por las normas pertinentes del Cunizab; razón por la cual recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Publico previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado de Licenciado.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

M. Sc. Lic. Hugo Hidalgo Colindres
Asesor principal

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro universitario de Izabal
Carrera: Ingeniería en gestión ambiental local
Comisión de tesis

Acta No 3

Seminario II de tesis

Estudiante: Edgar Daniel Pérez Monroy

Fecha:

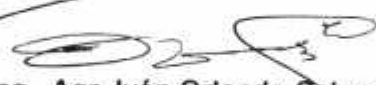
Con fecha del mes de 02 de Octubre de 2017, se presentó seminario de tesis II a solicitud del estudiante Edgar Daniel Pérez Monroy, identificado con numero de carné: 201340183 quien luego de presentar su seminario, fue evaluada individualmente y calificada satisfactoriamente por la terna evaluadora, por lo que está aprobado el seminario II con una nota de setenta y siete 77 con la salvedad de incorporar las sugerencias inscritas en los documentos evaluados por los evaluadores individualmente y a los acuerdos a los que se llegó de manera grupal en la reunión, entre los que destaca:

- Revisar y afinar conclusiones y recomendaciones.
- Mejoramiento de figuras.
- Forma del documento.

Por lo que se insta al estudiante a que pueda continuar con su proceso de graduación.

Se finaliza la presente acta el 19 de octubre del 2017 y entrega una copia certificada al alumno para los trámites respectivos de seguimiento a su proceso de graduación.

Atentamente,



Ing. Agr. Iván Orlando Cabrera Ermitaño



Ing. Agr. Albín Josué Bardales De Paz



Ing. Agr. Ricardo Alfonso Barrientos Reneau



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL
INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Dictamen de Revisora de Redacción y Estilo de tesis de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciado

Nombre del estudiante: **Edgar Daniel Pérez Monroy**

Título de la tesis: **Estudio Ambiental y Socioeconómico del Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en Aldea La Angostura, Livingston, Izabal.**

La Revisora de Tesis,

Considerando:

PRIMERO: Que ha leído el informe de tesis, donde consta que la estudiante en mención realizó la investigación de rigor atendiendo a un método, técnicas e instrumentos propios de su campo.

SEGUNDO: Que la estudiante realizó las correcciones que le fueron planteadas en su oportunidad.

TERCERO: Que dicho trabajo reúne las calidades necesarias de un trabajo de investigación de tesis para optar al título de **Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciado.**

Por tanto,

En calidad de revisora de Redacción y Estilo de Tesis para optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciado, emite **DICTÁMEN FAVORABLE**, para que continúe con los trámites de rigor

Izabal, Guatemala, octubre 2017

MSc. Elena Elizabeth Suchite Garnica de Quintanilla
Revisora de Redacción y Estilo

Cc/estudiante
Archivo.

DICTAMEN DE IMPRESIÓN 092-2017

Con base en los requerimientos académicos y en cumplimiento de los reglamentos; según consta en punto CUARTO del acta 18-2017, de la sesión celebrada por el Consejo Directivo del Centro Universitario de Izabal, el miércoles ocho de Noviembre del dos mil diecisiete, se conoció el acta No. 3 de Examen Privado de Tesis de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, de fecha 19 de Octubre de dos mil diecisiete y el trabajo de Tesis denominado "ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO DEL MANGLE (*Rhizophora mangle* L.) Y CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* (L.) P. Van Royen) EN ALDEA LA ANGOSTURA, LIVINGSTON, IZABAL", que para su graduación profesional presentó el estudiante: EDGAR DANIEL PÉREZ MONROY. Por lo cual, posterior a la revisión respectiva y en cumplimiento de los normativos correspondientes, el Consejo Directivo APROBO lugar, fecha y hora para efectuar examen público de graduación y esta Dirección AUTORIZA la impresión del documento de Tesis.

Dado en la ciudad de Puerto Barrios, a los diez días del mes de Noviembre de dos mil diecisiete.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



PhD. José Adiel Robledo Hernández

Director
CUNIZAB

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS: Al creador de todo, por la vida que me da y por la sabiduría y fortaleza hasta el final.

MIS PADRES: Siria Esmeralda Monroy Franco, por su AMOR incondicional durante toda mi vida, por su apoyo, comprensión y sinceridad, y Edgar Pérez Cardona por su cariño y apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida, brindándome sus consejos y conocimiento.

MIS HERMANOS: Alejandro, Siria y Carlos, por su apoyo y consejos.

MIS TÍAS: Carmen Alicia Monroy y Mara Elizabeth Monroy por sus consejos, cariño y apoyo.

MI FAMILIA: En especial a Ligia, Eduardo, Walter, Fernando, Andrea, Josmar, por su amistad, cariño y apoyo.

MIS AMIGOS: Andrea Smith, Jeff Taque, Jylian Soto y Luis Moncada por estar en este proceso junto a mí, aportando su amistad sincera y apoyo moral.

AGRADECIMIENTOS

A

DIOS:

Por orientar mi camino en cada momento, por ser pilar principal en mi vida.

MI FAMILIA:

Por su apoyo único, consejos puntuales, paciencia y confianza.

CUNIZAB:

Centro de estudios superiores que me ha formado como profesional y me permitió la realización de todo este proceso y a todos los catedráticos involucrados por haberme brindado sus conocimientos y consejos.

MIS ASESORES:

M. Sc. Lic. Hugo Hidalgo Colindres, M. Sc. Erick Fernando Coc y Ph. D. Eddi Alejandro Vanegas Chacón, por su asesoría durante todo este proceso y por compartir sus conocimientos y experiencia.

PERENCO

GUATEMALA LIMITED:

Sincero agradecimiento por el apoyo incondicional en la realización de esta investigación científica y sus implicaciones en el manejo sostenible y conservación ambiental de la región del caribe guatemalteco.

A ESTUDIANTES DE

LA CARRERA:

En especial con los que compartí experiencias dentro de la universidad, gracias por su apoyo y compañerismo.

COMUNIDAD

CAYO QUEMADO:

Especialmente a los líderes comunitarios y representantes de la mesa Manglar, Néstor Carrillo, Damián de Paz y Alberto Marroquín, por todo el apoyo brindado en la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	iv
APÉNDICE	v
RESUMEN	vii

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
3. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
4. JUSTIFICACIÓN.....	7
5. OBJETIVOS.....	9
5.1. Objetivo general	9
5.2. Objetivos específicos	9
6. HIPÓTESIS	9
6.1. Hipótesis de la investigación.....	9
7. MARCO TEÓRICO	10
7.1. Ambiente o medio ambiente	10
7.2. Humedal	10
7.3. Captura de Carbono.....	11
7.3.1. Captura de Carbono en humedales	11
7.4. Manglar a nivel mundial	11
7.4.1. Manglar.....	11
7.4.2. Ecosistema manglar en Centro América.....	12
7.4.3. Manglar a nivel nacional	12
7.5. Mangle.....	13
7.6. Chicozapote.....	14
7.7. Importancia del ecosistema manglar	14

7.8. Funciones y beneficios del manglar	15
7.9. Importancia del sistema manglar como sumidero de carbono	16
7.10. Los mercados de carbono	16
8. MARCO REFERENCIAL.....	17
8.1. Área de estudio	17
8.1.1. Parque Nacional Río Dulce –PNRD–	17
8.2. Aldea La Angostura.....	17
8.2.1. Ubicación	17
8.3. Clima	19
8.4. Hidrología.....	19
8.5. Población	19
8.6. Actividades económicas	20
8.7. El mangle en el área.....	20
8.8. Características socioeconómicas	20
8.8.1. Actividades productivas	21
8.9. Salud	22
8.10. Educación	22
8.11. Servicios básicos.....	22
8.12. Sistema medio ambiental.....	23
8.12.1. Recursos naturales.....	23
9. MARCO METODOLÓGICO.....	24
9.1. Determinación de la zona de estudio	24
9.1.1. Selección del área de estudio	24
9.1.2. Selección de especies	24
9.1.3. Delimitación del bosque y puntos de muestreo.....	24
9.1.4. Técnica de muestreo	25
9.1.5. Diseño experimental.....	25
9.1.6. Ubicación de sitio experimental.....	25
9.2. Experimento 1: Cuantificación de carbono orgánico proveniente de la producción de hojarasca.....	29
9.2.1. Hipótesis para objetivo 1	29

9.2.2. Montaje de experimento	29
9.2.3. Parcela experimental.....	29
9.2.4. Recolecta de datos en campo	30
9.2.5. Análisis de laboratorio	31
9.2.6. Procesamiento de la información y análisis estadístico.....	31
9.2.7. Material y equipo	31
9.3. Experimento 2: Cuantificación de contenido de carbono en el suelo	32
9.3.1. Hipótesis para objetivo 2	32
9.3.2. Recolección de muestras en campo	32
9.3.3. Análisis de laboratorio	33
9.3.4. Procesamiento de la información y análisis estadístico.....	33
9.3.5. Material y equipo	34
9.4. Determinación de los bienes y servicios ambientales (método de diagnóstico rural participativo y ortofotos)	34
9.4.1. Etapa de desarrollo de talleres	35
9.4.2. Materiales y equipos	35
9.4.3. Talleres de “mapeo participativo” para las áreas de estudio de las aldeas Cayo Quemado y La Angostura y determinación de bienes y servicios ambientales.	36
9.4.4. Comprobación en campo de los mapas generados en los talleres.	37
9.4.5. Conformación de la cartografía de los bienes y servicios ambientales del bosque natural de las aldeas Cayo Quemado y La Angostura	37
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
10.1. Experimentos a nivel de campo	38
10.1.1. Experimento 1.....	38
10.1.2. Experimento 2.....	46
10.1.3. Descripción de las variables de respuesta de carbono en suelo.	47
10.2. Determinación de bienes y servicios ambientales.....	54
10.2.1. Resultados de los talleres participativos	54
10.2.2. Taller de “mapeo participativo”	58
11. CONCLUSIONES.....	65
12. RECOMENDACIONES	67

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
14. APÉNDICE.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de aldea La Angostura y área de estudio.....	18
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, parcelas experimentales y área poblada.	26
Figura 3. Mapa de localización de área de estudio, parcelas experimentales y área poblada.	27
Figura 4. Mapa de área de cobertura de las especies.	28
Figura 5. Diseño de parcelas experimentales de muestreo que se utilizó.	30
Figura 6. Colocación en campo de trampas de sarán para colecta de hojas.	38
Figura 7. Comportamiento de la producción de hojarasca en peso seco por lectura.	44
Figura 8. Colecta de muestras de suelo en aldea La Angostura.....	46
Figura 9. Comparación de porcentaje de materia orgánica del suelo por repetición.	51
Figura 10. Taller participativo con miembros de la mesa del Mangle.....	54
Figura 11. Taller de “mapeo participativo” con miembros de La Angostura y Cayo Quemado. ...	58
Figura 12. Identificación de bienes y servicios ambientales de la aldea La Angostura en taller participativo.	59
Figura 13. Mapa de ubicación de bienes y servicios ambientales aldea La Angostura.	61
Figura 14. Identificación de bienes y servicios ambientales de la aldea Cayo Quemado en taller participativo.	62
Figura 15. Mapa de ubicación de bienes y servicios ambientales aldea Cayo Quemado.	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción primaria neta vía hojarasca por especie en gramos de peso seco.	40
Tabla 2. Media aritmética de las lecturas de producción de hojarasca por especie.	41
Tabla 3. Distribución de tratamientos y repeticiones.....	42
Tabla 4. Análisis de varianza, producción primaria de hojarasca en peso seco.....	42
Tabla 5. Toneladas de carbono capturado en hojarasca por especie vegetal.	45
Tabla 6. Análisis químico de suelos por parcela experimental.	46

Tabla 7. Resultados de Conductividad Eléctrica en el suelo.	48
Tabla 8. Escala de salinidad del suelo.	48
Tabla 9. Almacenamiento de materia orgánica por especie expresada en porcentaje.	50
Tabla 10. Media aritmética y distribución de tratamientos.	50
Tabla 11. Análisis de varianza sobre porcentaje de materia orgánica en el suelo.	50
Tabla 12. Toneladas de carbono almacenado en el suelo por especie.	52
Tabla 13. Bienes y servicios ambientales en La Angostura.	60
Tabla 14. Bienes y servicios ambientales de Cayo Quemado.	63

APÉNDICE

Apéndice A. Boleta para taller participativo.	73
Apéndice B. Resultados de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía	74
Apéndice C. Mapas de la comunidad elaborados en el taller.	75
Apéndice D. Listado de asistencia de participantes.	76

Estudio ambiental y socioeconómico del mangle (*Rhizophora mangle* L.) y chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en aldea La Angostura, Livingston, Izabal.

RESUMEN

El estudio ambiental y socioeconómico del Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en la aldea La Angostura, Livingston, Izabal, se realizó con el objetivo de evaluar los contenidos de carbono en el sistema Manglar y la especie asociada Chicozapote e identificar los bienes y servicios ambientales asociados.

Los ecosistemas manglares son comunidades marino costeras dominadas por especies de árboles o arbustos que tienen la peculiaridad de crecer en aguas saladas o salobres, siendo sistemas únicos de generación y almacenamiento de biomasa vegetal y un refugio para especies terrestres y acuáticas (IARNA, 2006). El área de estudio cuenta con una amplia diversidad biológica, conformado por varias especies vegetales que cumplen la función de secuestradoras de carbono atmosférico, así como también juegan un rol importante en el aspecto socioeconómico en la producción de bienes y servicios ambientales.

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo mediante puntos de muestreo, en donde se instalaron trampas de sarán para la captura de hojarasca la cual se recolectó durante los seis meses posteriores a través de lecturas mensuales; mientras que la muestra de suelo se obtuvo una sola vez para la determinación de carbono en el suelo. Así mismo se realizó una entrevista grupal y un diagnóstico rural participativo a través de un taller para la identificación de bienes y servicios ambientales que genera el ecosistema.

En los resultados, ambos experimentos estadísticamente indicaron que no existe diferencia significativa en la producción primaria neta de hojarasca expresada en peso seco (gr.) y el porcentaje de materia orgánica en el suelo, por lo que dan el mismo resultado para ambas especies.

El contenido de carbono aportado por la hojarasca para la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) fue de 0.145348 tC/ha y para la especie Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) fue de 0.586464 tC/ha. La cuantificación de contenido de carbono almacenado en el suelo por descomposición y aporte de hojarasca de la especie Mangle fue de 0.0355221 tC/ha y para el Chicozapote fue de 0.1946726 tC/ha. El porcentaje de Materia Orgánica del Suelo –MOS– fue de 40.83 y 22.74 para Mangle y Chicozapote respectivamente.

Los bienes y servicios ambientales identificados que aporta el bosque natural fueron: madera para construcción, leña, plantas medicinales y animales para consumo, zona de plantas y frutas; y áreas de pesca, área turística, área de agricultura y zonas de belleza escénica, protección de biodiversidad.

Se recomienda promover una coordinación más eficiente entre las comunidades y las instituciones responsables de la tutela del medio ambiente y comprometidas con el mismo a través de proyectos de reforestación y conservación, para contribuir al aumento de carbono fijado en el ecosistema Manglar, especies asociadas y sistema edáfico de la aldea La Angostura, Livingston.

Palabras clave: contenido de carbono, sistema manglar, bienes y servicios ambientales, productividad, La Angostura, bosque natural.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala se ha caracterizado a nivel mundial por ser un país megadiverso, es decir, con una amplia diversidad biológica de los ecosistemas tanto terrestres y marinos que forman parte del patrimonio natural, uno de los más emblemáticos es el manglar, el cual ha sido sujeto a la presión de actividades antrópicas en las zonas costeras, ya que es talado para la producción de leña y carbón, para la construcción de viviendas y es utilizado como tutor del cultivo de pashte y tabaco. Sin embargo, el mayor problema que presenta este ecosistema lo constituye el cambio de uso de la tierra para usos agropecuarios, establecimiento de salineras, construcción de camaroneras, casas de veraneo y centros turísticos, entre otros; siendo otra causa principal de desaparición de este ecosistema el proceso de sedimentación e inundación que se produce en los esteros, ocasionando la muerte de plantas por ahogamiento, impidiendo la regeneración natural, fenómeno que resulta de la erosión de los suelos producto de la deforestación (Fundaece, 2002).

La cobertura de este ecosistema y la disminución del mismo se ven reflejados en estudios recientes sobre las zonas marino costeras del territorio nacional, en donde presentan una distribución muy dispersa y muy pocas veces concentrada en una sola área o región, sin embargo, en asociación con otras especies, estos bosques naturales generan una serie de bienes y servicios ambientales hacia las comunidades costeras, que realmente no se encuentran detalladamente identificados y no poseen una valorización de carácter socioeconómico y ambiental.

El ecosistema manglar se encuentra presente en el trayecto del Río Dulce, que es la desembocadura del lago de Izabal hacia el mar caribe; constituyéndose en un ecosistema extremadamente frágil, debido a su diversidad de flora y fauna; donde prevalece la especie de Mangle (*Rhizophora mangle* L.) antes mencionada, en asociación con otras especies que juegan diferentes roles ecosistémicos.

El estudio evaluó los contenidos de carbono en el sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) e identificó los bienes y servicios ambientales asociados en las aldeas La Angostura y Cayo Quemado, Livingston, Izabal; porque la generación de estos datos a nivel social, económico y ambiental, servirán para la

integración de planes de desarrollo comunitario o municipal más eficientes en donde se tome en cuenta la importancia que tiene la captura de carbono y el aporte de bienes y servicios ambientales de los bosques naturales, conformados especialmente por el ecosistema Manglar, en beneficio de la población.

La presente investigación abrirá nuevos campos de estudio científico enfocados a los sistemas naturales de las zonas de moderado impacto antrópico pero con cierto nivel de interacción social, en donde se pueda establecer un balance fundamentado en el desarrollo sostenible.

El estudio determinó la cobertura del ecosistema manglar de manera inversamente proporcional al uso socioeconómico y ambiental de los bienes y servicios ambientales del mismo. La metodología utilizada para llevar a cabo este estudio, en base a técnicas de varios autores, se adaptó de acuerdo a la toma de muestras y los recursos existentes. Para esto se identificaron puntos de muestreo denominados parcelas experimentales de iguales dimensiones, según los experimentos planteados. Así como el desarrollo de un diagnóstico rural participativo a través de un taller con grupos focales de las comunidades, se utilizó la entrevista grupal e imágenes satelitales para la identificación respectiva. Por lo que se obtuvieron datos cuantitativos del aporte y almacenamiento de carbono y datos de apoyo de técnica cualitativa (entrevista) para la identificación de bienes y servicios ambientales.

El estudio se desarrolló en el bosque natural de la aldea La Angostura, ubicada en el Golfete de Río Dulce, asociado con la aldea Cayo Quemado, dentro de la misma ubicación, municipio de Livingston, Izabal.

2. ANTECEDENTES

El documento “En Defensa del Manglar” hace mención de las Experiencias del Proyecto Manglares del Pacífico de Guatemala, dando como frutos logros significativos como el trabajo con las comunidades, siendo relevantes los Diagnósticos Rurales Participativos –DRP–, el fortalecimiento de los procesos organizativos internos, el trabajo con una perspectiva de género y los esfuerzos realizados en el campo de la educación y concienciación vinculadas a la importancia de protección y conservación de sus áreas de manglar (Cordero, Córdoba & Solano, 2000).

En el artículo científico titulado “Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares” destaca algunos servicios globales, como la protección a la biodiversidad; la captura de carbono y el filtrado de aguas residuales, así como productos directos de mayor importancia como la leña, el carbón de leña, el material para la construcción de viviendas, el forraje, el abono verde, la celulosa para papel, los taninos y tintes y la medicina tradicional derivada de plantas (Rivera & Welsh, 2005).

El informe titulado “El Manglar de Guatemala sigue amenazado” indica que una de las principales causas de la pérdida de manglar en Guatemala ha sido el cambio de uso del suelo, por otra parte entre los años de 1950 y 1965 se taló más de la mitad del manglar existente debido a la expansión de la industria algodonera, causando la degradación irrecuperable de los suelos (Trópico Verde, 2006).

La investigación de “Análisis Funcional de los Manglares Achaparrados del Ecosistema Río Sarstún en el Caribe de Guatemala” concluye que en relación al estado biofísico, el ecosistema es vulnerable a encontrar valores de alcalinidad cercanos a 6 mg/l, lo que lo hace vulnerable a la contaminación por un lado y por otro a la ocasional caída de pH, por otra parte las bajas concentraciones de fosfatos en las aguas indican la baja posibilidad de eutrofización, también la estructura y composición del ecosistema se inclina a una especie emblemática dominante, mangle rojo achaparrado *Rhizophora mangle* L. dicho manglar cuya arquitectura es sinuosa (García P., Franco, García F. & Montiel, 2012).

El proyecto de “Estimación del contenido de carbono en el componente arbóreo del ecosistema manglar en el pacífico de Guatemala” determina que el área total de mangle de las cuatro especies en el pacífico es de 17,670.56 hectáreas, en donde se estimó que la cantidad de carbono almacenada del ecosistema manglar en el pacífico es de 2,058,789.70 toneladas, desglosada también por especie, predominando el mangle colorado o rojo (Aceituno, Cifuentes, Cojom & Bosarreyes, 2016).

3. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático es innegable siendo producto del resultado del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero –GEI–, como el dióxido de carbono CO₂, metano, el vapor de agua, óxido nitroso, clorofluorocarbonos –CFCs– y ozono, que se encargan de retener la radiación infrarroja emitida por los rayos del sol, provocando un incremento potencial de la temperatura terrestre y un consecuente calentamiento global. Por lo que uno de los mecanismos para contrarrestar estos efectos en la reducción de estos gases, específicamente el CO₂, es a través del aumento de la cobertura boscosa, la protección y conservación de los bosques existentes; por lo tanto es necesario determinar la cantidad de secuestro de carbono de los ecosistemas manglares y otras especies asociadas en las zonas marino costeras, así como también evitar su depredación y tala ilegal, ya que estos contribuyen al almacenamiento de carbono, que para este estudio es un ecosistema que está presente en el Parque Nacional Río Dulce –PNRD–.

En Guatemala la Ley de Áreas Protegidas Decreto Legislativo No. 4-89 manifiesta la importancia de la protección y conservación de la diversidad biológica del país, entre Organizaciones Gubernamentales -OG's- y Organizaciones No Gubernamentales -ONG's-, siendo el -PNRD- una de las áreas protegidas más importantes ubicada en el departamento de Izabal, ya que se encuentra cubierta por ecosistemas con variedad de especies, tomando el Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y el Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen).

Las actividades de extracción como la tala ilegal, transporte de leña y madera, así como la cacería, son de las principales amenazas al -PNRD- y también una constante fuente de conflictos entre pobladores y administradores del parque (CONAP-Fonacon, 2004). Esto evidentemente tiene efecto sobre el ecosistema Manglar y la especie asociada Chicozapote, ya que son parte importante del sistema natural que existe en la zona, en donde cumplen funciones de protección costera, hábitat de reproducción de peces y otros animales, generación de bienes y servicios ambientales que son aprovechados directa o indirectamente por las comunidades, entre otros aspectos. Por lo que al no existir un adecuado plan de manejo en el uso de los recursos naturales y proyectos de protección y conservación, esto representa una amenaza a la diversidad biológica característica del parque, por ende contribuye también a la pérdida de bosque natural y al cambio climático.

Por lo que al final la información cuantitativa y de apoyo cualitativo recopilada y procesada en relación a los aspectos ambientales y socioeconómicos de estas dos especies y el bosque natural en la zona estudiada, permitió establecer las bases para futuras acciones efectivas de manejo de los recursos naturales, su aprovechamiento y regeneración de los mismos, y enfocar un desarrollo sostenible de las comunidades del área, generando información más detallada con respecto a este tema en la zona, ya que no se cuenta con este tipo de investigaciones.

4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen investigaciones que han proporcionado información sobre la cobertura del ecosistema manglar, tanto en el Pacífico como en el Caribe guatemalteco, así también como la intervención antropogénica y los efectos degradantes que esta ha tenido, sin embargo, a nivel biológico se han realizado estudios sobre la interacción con diversas especies de flora y fauna de las zonas marino costeras del territorio nacional, estimaciones de biomasa, secuestro de carbono atmosférico y bienes y servicios ambientales que estos prestan, tanto a las comunidades como las costas, además que se remarca a nivel nacional su importancia en conservación, protección y aprovechamiento de ambas especies evaluadas.

Esta investigación cuantificó el contenido de carbono de ambas especies, *Rhizophora mangle* L. y *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen, a nivel edáfico y aéreo en donde se extrajeron muestras de campo para su posterior análisis de laboratorio y estadístico, y proceso de cuantificación. Así también se identificaron bienes y servicios ambientales y sus implicaciones socioeconómicas y ambientales dentro de las zonas de estudio.

El crecimiento poblacional en las áreas urbanas y rurales ejerce una presión constante sobre los recursos naturales que va incrementándose, provocando la satisfacción de más necesidades y por consecuencia el desarrollo de actividades de expansión como el avance de la frontera agrícola y pecuaria, la infraestructura en ascenso y por ende el aumento en la emisión de gases de efecto invernadero –GEI–, tanto por la mecanización con combustible de sus procesos, así como también el uso de la materia vegetal como fuente de energía.

Las OG's y ONG's direccionan sus proyectos, planes, programas y actividades respectivas, sea o no sea la institución de tipo ambiental, a un énfasis de mejoramiento de la calidad ambiental por medio de la protección de bosques y ecosistemas que acarrean una cantidad de funciones dentro del ambiente, puesto que regulan ciclos, protegen otros sistemas naturales y poseen la gran capacidad natural de fijar el carbono atmosférico.

Por lo tanto resulta de gran relevancia tanto a nivel social, económico y ambiental incluir dentro de los planes de desarrollo comunitario o municipal la importancia que tiene la captura de carbono de los bosques naturales y los bienes y servicios ambientales que brindan estos a las comunidades marginadas en la variabilidad de sus ingresos mejorando otras actividades productivas, considerando también el valor ambiental y económico, por lo que, debido a la problemática ambiental a nivel mundial de los países industrializados en la emisión de –GEI– al medio ambiente, las regiones de mayor densidad boscosa capaces de fijar el carbono atmosférico compensan de forma económica el pago por el servicio ambiental prestado; y por otra parte el estudio cobra importancia porque se carece de información de los productos y servicios naturales que existen dentro del ecosistema manglar y las especies asociadas potencialmente aprovechables por las comunidades, permitiendo así, en un escenario ideal, la planificación de su uso adecuado y sostenible a través de proyectos y políticas de conservación o bien ya sea que esta investigación asiente las bases para una futura comercialización en los mercados de carbono.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar los contenidos de carbono en el sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) e identificar los bienes y servicios ambientales asociados en las aldeas La Angostura y Cayo Quemado, Livingston, Izabal.

5.2. Objetivos específicos

5.2.1. Cuantificar el contenido de carbono aportado por hojarasca de la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en el bosque natural de la aldea La Angostura, Livingston, Izabal.

5.2.2. Cuantificar el contenido de carbono almacenado en suelo por descomposición y aporte de hojarasca de la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en el bosque natural de la aldea La Angostura, Livingston, Izabal.

5.2.3. Identificar los bienes y servicios ambientales que aporta el ecosistema Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) a las zonas asociadas al estudio.

6. HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis de la investigación

La cobertura del ecosistema manglar esta inversamente proporcional al uso socioeconómico y ambiental de los bienes y servicios ambientales del mismo.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Ambiente o medio ambiente

La interpretación que le da el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental –RECSA–, lo define en el concepto siguiente: Es el sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano (Acuerdo gubernativo núm. 137-2016, 2016, art. 3).

7.2. Humedal

Según Ramsar (2013) se conceptualiza y expone por humedales: “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Reconociendo así cinco tipos de humedales principales:

- **marinos** (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);
- **estuarinos** (incluidos deltas, marismas de marea y manglares);
- **lacustres** (humedales asociados con lagos);
- **ribereños** (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y
- **palustres** (pantanosos, marismas y ciénagas).

Además, hay humedales artificiales, como estanques de cría de peces y camarones, estanques de granjas, tierras agrícolas de regadío, depresiones inundadas salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales.

7.3. Captura de Carbono

Fijación de dióxido de carbono de la atmósfera por procesos diversos, particularmente de la fotosíntesis. Incluye igualmente el carbono acumulado en ecosistemas forestales (Ley decreto núm. 7-2013, 2013, art. 5).

7.3.1. Captura de Carbono en humedales

La acumulación neta de C en los humedales resulta de la productividad primaria y la deposición o acumulación de sustancias orgánicas alóctonas, menos la descomposición de materia orgánica en el suelo. Este balance, determina si un humedal actúa como fuente de gases invernadero o como trampa de C. La acumulación de C en los humedales se realiza en 2 compartimentos principales, la biomasa vegetal y los suelos (Hernández, 2010).

7.4. Manglar a nivel mundial

A continuación se describen fundamentos teóricos con respecto al ecosistema Manglar a nivel mundial el cual comúnmente se halla en costas protegidas en las zonas tropicales y subtropicales.

7.4.1. Manglar

Las costas tropicales del mundo (60 – 75%) están cubiertas por bosques de mangle, en América Latina, estos bosques tienen una cobertura de más de 40,000 km² en todo el continente, distribuidos uniformemente a lo largo de la línea costera. Más del 70% del área total de manglares está ubicado en las costas del Atlántico y Caribe. En el Pacífico, éstos tienen una distribución más restringida debido el clima generado por las peculiares condiciones oceanográficas a lo largo de las costas del Perú, donde las surgencias de las aguas frías de la corriente de Humboldt suprimen la actividad convectiva resultando en climas muy áridos, suelos muy salados y casi sin suministros dulceacuícolas (Yáñez & Lara, 1999).

Es un ecosistema costero compuesto por una comunidad de plantas siempre verde, formada por árboles y/o arbustos halófitos, distribuidos en esteros, lagunas costeras y desembocaduras de ríos. Por lo general dichos hábitats se encuentran en zonas donde la influencia de la marea inunda los suelos fangosos de forma periódica (INAB, 1998).

Los manglares son los sujetos de lucha entre aquellos quienes quieren maximizar el beneficio económico a través de intensos usos del sistema (a veces por el costo de eliminar la biota en favor de los desarrollos urbanos u de otro tipo) y aquellos quienes se abocan a la preservación completa del ecosistema aún por la exclusión de la población. Como en los países tropicales continúan desarrollándose económicamente, sus gobiernos deben equilibrar los diversos usos del manglar y otras áreas costeras para asegurar un desarrollo sustentable (Lugo, 1999).

7.4.2. Ecosistema manglar en Centro América

Los manglares de la costa Pacífica de Centro América cubren un área aproximada de 320,000 hectáreas y de acuerdo a la geomorfología de la costa, los manglares se clasifican en dos grupos: 1) ambientes con fuerte oleaje y barreras arenosas y 2) ambientes de bajo oleaje y amplio rango de mareas; registrándose tres especies de *Rhizophora* (*R. mangle*, *R. racemosa*, *R. harrisonii*), de *Avicennia* dos especies *A. germinans* y *A. bicolor*, también están presentes *Laguncularia racemosa*, y *Conocarpus erecta* (Jiménez, 1999).

7.4.3. Manglar a nivel nacional

Los manglares son comunidades costeras dominadas por especies de árboles o arbustos que tienen la peculiaridad de crecer en aguas saladas o salobres. Son sistemas únicos de generación y almacenamiento de biomasa vegetal y un refugio para especies terrestres y acuáticas (IARNA-URL, 2006).

La vegetación de estos ecosistemas está compuesta por una mezcla de árboles, hierbas, lianas y epifitas y en cuanto a la fauna asociada a los manglares es muy variada en donde el dosel está ocupado por una gran diversidad de insectos, aves y reptiles (Jiménez, 1999).

La información presentada para el año 2003, permitió establecer que para ese mismo año el bosque manglar ocupaba alrededor de 20,615 ha, localizándose de manera fragmentada en los departamentos de Retalhuleu, Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa principalmente; por otro lado los parches remanentes están fuertemente amenazados por distintas actividades humanas, como parte de las amenazas más importantes se mencionan la utilización del mangle como leña y como material de construcción, sin embargo, otro impacto considerable es el producido por el cambio de uso del suelo por actividades como la construcción de salineras, camarónicas e infraestructura turística (IARNA-URL, 2006).

Para el año 2013 el informe técnico del estudio de la cobertura de mangle en la república de Guatemala, dio como resultado de la investigación, revisión y análisis de imágenes satelitales, que el área total de mangle en la República de Guatemala es de 18,840.08 hectáreas (ha), desglosadas de la siguiente manera: Costa del Pacífico 17,670.56 ha y Costa del Caribe o del Atlántico 1,169.52 hectáreas siendo significativamente mayor el área de mangle en la Costa Pacífica que en el Caribe, esto posiblemente se debe a que la salinidad de la primera es más alta (MARN, 2013).

Otro dato importante a remarcar es la cantidad de hectáreas por tipo de mangle, siendo el Mangle colorado o rojo (*Rhizophora mangle*) la mayor con 11,988.41 ha, seguido por el Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) con 6,206.07 ha. para el área completa de la costa del Caribe de la República de Guatemala la cobertura de mangle fue de 1,169.52 ha, dentro de las cuales se pudo observar la presencia de Mangle blanco, negro y rojo y una especie denominada por los lugareños como Mangle rojo enano. Desglosándose de la siguiente manera: Mangle rojo 1,131.06 ha, Mangle blanco 37.20 ha y Mangle negro 1.26 hectáreas (MARN, 2013).

7.5. Mangle

Especies vegetales, típicas estructurales que les permiten arbóreas, halófitas facultativas. Presentan adaptaciones fisiológicas estructurales que les permiten adaptarse a un sistema dinámico, estable y sujeto al efecto de las mareas. En nuestro país los géneros más representativos son: *Rhizophora*, *Laguncularia*, *Avicennia* y *Conocarpus* (INAB, 1998).

7.6. Chicozapote

El decreto legislativo núm. 99-96 “Ley para el aprovechamiento y comercialización del chicle y para la protección del árbol del chicozapote” artículo 1, tiene como objetivo principal normar la extracción, manejo y comercialización del chicle y coadyuvar en la observación del bosque para propiciar la sostenibilidad de la extracción del látex del chicozapote *Manikara Acharas* (Ley decreto núm. 99-96, art. 1).

7.7. Importancia del ecosistema manglar

Estos ecosistemas tienen una flora y fauna compleja asociada con los manglares creando ambientes altamente diversos. Los manglares juegan un importante papel en la ecología de las costas tropicales y proporcionan muchos bienes y servicios para las poblaciones humanas. Estos incluyen: protección y estabilización de la línea de costa, criaderos para numerosos recursos pesqueros económicamente importantes, y una variada fuente de productos a las poblaciones humanas costeras en forma de madera, leño y carbón (Yáñez & Lara, 1999).

La importancia de los sistemas de manglar como fuente de ingreso económico para las comunidades humanas reside en la función que desempeña como refugio y hábitat para una gran diversidad de organismos acuáticos y terrestres que en su gran mayoría dependen de lo que el manglar produce (Orihuela, Tovilla, Vester & Álvarez, 2004).

Al mismo tiempo, los manglares son muy importantes para el hombre por las siguientes razones: exportan materia orgánica que es el alimento directo de diversos recursos pesqueros o estimulante de la producción primaria en el ecosistema acuático adyacente; sustentan importantes pesquerías tropicales porque ofrecen refugio y alimento en las etapas críticas de los ciclos de vida de muchos peces, crustáceos y moluscos, que utilizan los manglares como áreas de reproducción y crianza (Yáñez & Lara, 1999).

Del manglar se pueden extraer taninos, madera aserrable, postes, durmientes, leña y carbón; constituyen un acervo genético fundamental para una comunidad diversa de plantas y animales que son importantes como patrimonio de la región, lo cual incrementa su valor científico, turístico y educativo. En la zona costera los manglares reducen la erosión atenuando los efectos de olas y corrientes, ofrecen protección a los cambios climático-meteorológicos e hidrodinámicos, y son refugio de los depredadores a la variada fauna y flora que coexiste en el ecosistema (Yáñez & Lara, 1999).

Y en cuanto al deterioro e impacto ambiental de los ecosistemas manglares, su enorme importancia para la mayoría de los países costeros tropicales en América latina, los ecosistemas de manglar han presenciado una acelerada embestida por la explotación de sus recursos, la mayoría de las veces, sin el cuidado necesario, para mantener los países costeros tropicales en su integridad, la cual amenaza su utilización sustentable. Por ejemplo, agricultura de la llanura costera, expansión urbana, desarrollo de industrias asociadas al petróleo, construcción de carreteras y puentes, y reconversión para granjas de camarón (Yáñez & Lara, 1999).

7.8. Funciones y beneficios del manglar

En Centroamérica y el Caribe, los humedales proveen gran cantidad de beneficios y funciones tanto al mundo natural como a la gente. En islas pequeñas y áreas expuestas a huracanes, quizás uno de los mayores beneficios de los manglares es que las protegen de severos daños causados por tempestades, siempre y cuando estén bien conservados. Además son un filtro natural que ayuda a limpiar el agua de la cual dependemos para subsistir y, en el otro extremo del ciclo alimenticio humano, también pueden ayudar en el tratamiento de los desechos humanos. Los manglares forman hábitats en la base de la cadena alimenticia para proveernos de muchos de nuestros alimentos, ya sean los peces que iniciaron sus vidas allí, o las cosechas que dependen de los nutrientes que produce el suelo de estos humedales (Keeley, 1999).

7.9. Importancia del sistema manglar como sumidero de carbono

La importancia de los ecosistemas asociados a los bosques de manglares es que sostienen gran parte de la productividad ecológica de las áreas estuarinas proporcionando la mayor cantidad de energía química potencial, la cual sirve de nutrición no sólo a los organismos que viven en ellas, sino también en otras zonas vecinas mediante la exportación de una parte de la energía almacenada y liberada por los manglares. Los manglares poseen múltiples valores ecológicos entre los que se destacan la producción de hojarasca, detritos y compuestos orgánicos solubles que son aprovechados por un gran número de organismos que conforman complejas redes alimenticias, constituyendo de esta manera el hábitat de una variada fauna residente y migratoria. El valor económico de estos ecosistemas de manglar reside en que de sus funciones ecológicas se derivan servicios económicos de importancia local, regional y mundial. Estos servicios van desde el uso de recursos para alimentación, combustible, medicina tradicional, implementos de navegación y regulación de procesos inherentes al problema de cambio climático, como captura o almacenamiento de carbono (Lozano, 2007).

7.10. Los mercados de carbono

Para efectuar intercambios de Certificados de Reducción de Emisiones o CERs, existen esencialmente dos tipos de mercados del carbono, a saber: el mercado regulado (obligatorio) y el mercado voluntario. El primero es el empleado por los gobiernos, que deben de cumplir con las reducciones de emisiones de -GEI- de acuerdo con el Protocolo de Kioto. Los mercados voluntarios, por el contrario, no están sujetos a obligaciones y son más abiertos y flexibles para acceder. Principalmente se trata de empresas comprometidas con la Responsabilidad Social Empresarial o con Movimientos Ambientalistas (MARN, 2015).

8. MARCO REFERENCIAL

8.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la jurisdicción territorial del municipio de Livingston en lo que es el área protegida Parque Nacional Río Dulce.

8.1.1. Parque Nacional Río Dulce –PNRD–

El área protegida –PNRD– se encuentra en la cuenca del lago de Izabal y Río Dulce que cuenta con una extensión de 268,956.78 hectáreas, esta cuenca es alimentada principalmente por dos vertientes, la vertiente San Gil y la Vertiente de Santa Cruz (CONAP-Fonacon, 2004).

8.2. Aldea La Angostura

Asentamiento poblado que forma parte de la zona de protección especial del área protegida Parque Nacional Río Dulce.

8.2.1. Ubicación

La comunidad se encuentra ubicada al Este de Río Dulce más conocido como El Golfete, dentro del –PNRD– con las coordenadas geográficas 15°46'53.08'' latitud Norte y 88°49'13.34'' longitud Oeste, junto a otras aldeas, por lo que la distancia y tiempo de viaje, desde Guatemala a Puerto Barrios es de 5:30 hrs en bus extraurbano; de Puerto Barrios a Livingston en 30 minutos en lancha, de Livingston a La Angostura es de 35 minutos en lancha (Cunizab-UMG, 2016).

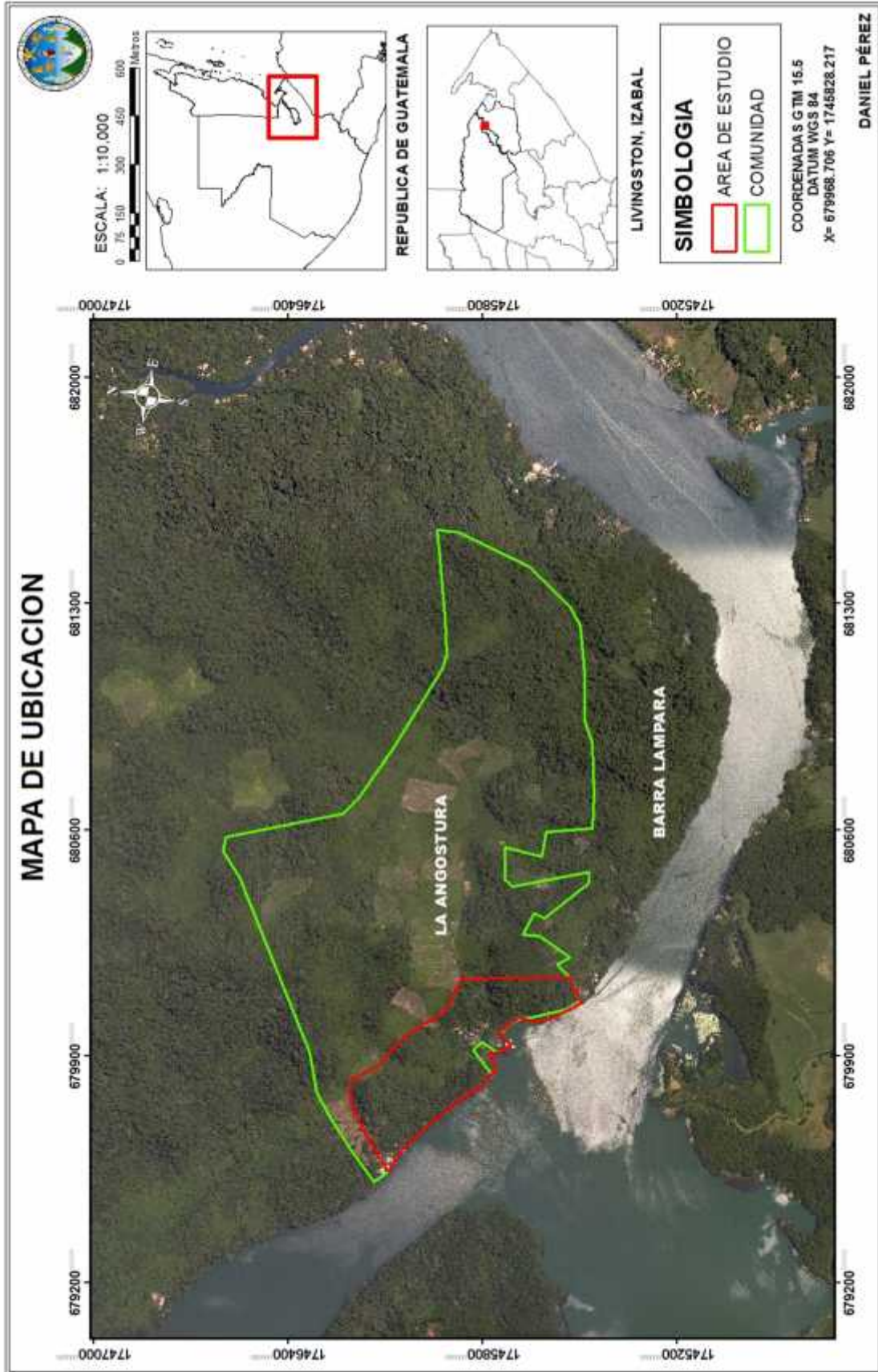


Figura 1. Mapa de ubicación de aldea La Angostura y área de estudio. Elaboración propia.

8.3. Clima

La temperatura media anual oscila entre los 25°C y 27°C, la precipitación media anual se encuentra entre los 2000 y 3200 mm de lluvia y la estación seca es de noviembre a abril y la lluviosa de mayo a octubre, sin embargo, es común que presenten variabilidad durante todo el año, por otro lado las zonas de vida de Holdridge clasifica al municipio de Livingston en dos zonas predominantes: bmh-T: Bosque muy húmedo Tropical, bmh-S (c): Bosque muy húmedo Subtropical (cálido), siendo la primera la más predominante en el área (CONAP-Fonacon, 2004).

8.4. Hidrología

El municipio de Livingston cuenta con dos cuencas hidrológicas principales que son navegables, Río Dulce y río Sarstún, que desembocan en la Bahía de Amatique (Segeplan, 2010). El -PNRD- se encuentra dentro de la cuenca del lago de Izabal y Río Dulce, la cual tiene una extensión total de 268,956.78 hectáreas, también existen dos vertientes principales que llegan al río, la vertiente San Gil y la Santa Cruz, en donde entre ambas vertientes desembocan un total de 28 ríos, teniendo efecto sobre las tierras marginales y aguas del Río Dulce, ya que suministran materia orgánica a los bosques inundables y sedimentos al lecho del río (CONAP-Fonacon, 2004).

8.5. Población

Según datos de registro de la Escuela Rural ubicada en la aldea La Angostura, cuentan con 19 familias de etnia Q'eqch'í y mestiza para el año en curso, 2017.

Para la aldea Cayo Quemado la población total era de 85 habitantes, de ellos el 51.0% son hombres y el 49.0% mujeres. El 35.3% son indígenas y el 12.9% analfabetas. Está formado por 18 viviendas formales (CONAP-Fonacon, 2004).

Actualmente los representantes de la Mesa de Mangle, afirman que para la aldea La Angostura hay 28 familias y para la aldea Cayo Quemado hay 125 familias (Com. pers. De Paz, León & Carrillo, 2017).

8.6. Actividades económicas

La pesca artesanal es una actividad económica históricamente muy importante, en la que se utilizan técnicas tradicionales con poco desarrollo tecnológico, el producto obtenido es para comercializar, aunque una buena parte es para el autoconsumo y subsistencia de la misma población (Cunizab-UMG, 2016).

8.7. El mangle en el área

Según el informe técnico de estudio de cobertura de mangle en la república de Guatemala el área de El Golfete cuenta con un total de 306.64 hectáreas de mangle rojo, por lo que en general, el estudio realizado deduce que el mangle presente en la parte del Caribe no es afectado por la depredación humana, ya que no es visto como materia prima para vivienda, leña u otros usos, como ocurre en el Pacífico (MARN, 2013).

8.8. Características socioeconómicas

La sociología es, dicho de manera muy simple, el estudio sistemático del comportamiento social y de los grupos humanos. Se centra en las relaciones sociales, cómo esas relaciones influyen en el comportamiento de las personas y cómo las sociedades, la suma total de esas relaciones, evolucionan y cambian.

La economía como tal es la ciencia que estudia la forma en que las sociedades, con sus recursos escasos y limitados, deciden qué se produce, cómo y para quién (Astudillo, 2012).

La comunidad Cayo Quemado está conformada por personas de la etnia Q'eqchí y Mestizos. Por la ubicación geográfica se mezclan identidades, idiomas, religión y costumbres, sin embargo en los últimos años familias extranjeras han comprado terrenos y muchos de ellos viven en la comunidad (Cunizab-UMG, 2016).

8.8.1. Actividades productivas

El tipo de suelo con el que cuentan ambas comunidades (Cayo Quemado y La Angostura) es denominado y catalogado como bosque inundado o pantanoso con suelos kársticos bosque adentro, por lo que no es recomendable desarrollar actividades de producción agrícola y de ganadería, por otra parte la producción de aves domésticas como el chompipe o pavo (*Meleagris gallopavo* L.), patos, gallos y gallinas (*Gallus gallus domesticus* L.) es principalmente para consumo familiar (Cunizab-UMG, 2016).

El área de Río Dulce se encuentra dentro de la zona de desarrollo turístico, desarrollada por INGUAT, llamada Un Caribe Diferente, el cual es muy visitado por su belleza escénica, culturas vivas (Q'eqchi' y Garífuna), biodiversidad y por sus recursos naturales en general, siendo también por otra parte el mayor potencial pesquero de Guatemala ubicado en la costa Atlántica y el Lago de Izabal (CONAP-Fonacon, 2004).

Todas las comunidades que forman parte del Parque Nacional Río Dulce, realizan pesca artesanal, ya sea para el consumo familiar o para la venta a pequeña escala (Cunizab-UMG, 2016).

El mecanismo de comercialización del pescado, cuando no es para autoconsumo, se realiza a través de centros de acopio en Fronteras y Puerto Barrios para que posteriormente intermediarios lo distribuyan en el departamento de Izabal o lo envíen a la capital (CONAP-Fonacon, 2004).

En las actividades económicas que más se realizan dentro de las comunidades están, la pesca, seguidos por los servicios de guardianía en terrenos privados o casas de recreo, el trabajo asalariado y el turismo de la zona, sin embargo, en otras comunidades, algunos habitantes también se dedican a la elaboración de artesanías, la carpintería, la extracción forestal y la cacería (Cunizab-UMG, 2016).

8.9. Salud

Los centros de atención medica cercanos a la comunidad Cayo Quemado son: La clínica privada de la Asociación Ak´ Tenamit, la cual se encuentra ubicada en la aldea Barra Lámpara y el centro de salud tipo “A” ubicado en el centro del municipio de Livingston a 1 hora de la comunidad Cayo Quemado y La Angostura. Actualmente la aldea La Angostura cuenta con un puesto de salud que provee la atención a la población. Así también con el servicio de jornadas médicas en las comunidades con los servicios de vacunación, desparasitación y papanicolaou (Cunizab-UMG, 2016).

8.10. Educación

La aldea Cayo Quemado cuenta con centros educativos: el primero es la Escuela Oficial de Párvulos anexa a Escuela Oficial Rural Mixta Cayo Quemado con tres niveles educativos, preprimaria, primaria y básico (Cunizab-UMG, 2016).

La Angostura cuenta con una Escuela Oficial Rural para los niveles de preprimaria y primaria. (Com. per. Carrillo, 2017).

8.11. Servicios básicos

Infraestructura y vivienda: en Cayo Quemado los diferentes estilos de casa construidas en la comunidad son piloteadas, a flor de suelo en donde el piso varía siendo de madera, concreto y muy pocos de tierra, el 20% son de block y el 80% madera y lamina (CUNIZAB-UMG, 2016).

La Angostura no es la excepción ya que la mayoría casas están construidas de block y lamina, así como de madera y lamina, con diferencia que están sobre la tierra (Com. per. Caal, 2017).

Agua: En Cayo Quemado la mayoría se abastecen por agua de pozo mecánico la cual es distribuida por tubería y un tanque de captación de agua de lluvia que abastece la escuela y las demás viviendas, y para La Angostura actualmente cuenta con el servicio de agua entubada, la cual proviene de la quebrada y con un aporte a más de 18 viviendas (Com. pers. León, Caal & Carrillo, 2017).

8.12. Sistema medio ambiental

Descripción del conjunto de componentes bióticos y abióticos con efectos directos o indirectos sobre las actividades antropogénicas.

8.12.1. Recursos naturales

Los recursos naturales con los que cuenta la comunidad son: bosques, lagunas, ríos, pozos, suelos no recomendados para cultivos, fauna y flora silvestre, madera para consumo y recurso pesquero (Cunizab-UMG, 2016).

La cobertura de ecosistemas en Guatemala se identifica por 66 tipos, de las cuales 41 son naturales y los restantes son intervenidos por actividades antropogénicas, siendo la ecorregión terrestre del área de estudio una combinación entre Manglares de la costa Beliceña y bosques húmedos del Atlántico de Centro América, por lo que también es parte de la mayor extensión de ecosistemas vegetales de bosques latifoliados (IARNA-URL, 2004).

9. MARCO METODOLÓGICO

9.1. Determinación de la zona de estudio

En la zona de estudio se determinaron los siguientes aspectos.

9.1.1. Selección del área de estudio

La aldea La Angostura, pertenece al conjunto de asentamientos ubicados al final del Golfete parte Este, de Río Dulce, en la parte más angosta del río en el trayecto a su delta. Esta aldea fue elegida tomando en cuenta la presencia de un bosque importante de manglar de distribución natural con especies asociadas y la interacción socioambiental que existe en el territorio. Las áreas de estudio se delimitaron mediante el uso de fotografías aéreas (ortofotos IGN 2006) ubicando geográficamente los sitios experimentales.

Esta investigación está clasificada como correlacional y el método a utilizar fue el de parcelas experimentales.

9.1.2. Selección de especies

Las especies que se tomaron en cuenta para el estudio son Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen), debido a su predominancia en el área e importancia en cuanto a conservación y funciones que cumple como protección de la costa y hábitat para diversas especies de animales.

9.1.3. Delimitación del bosque y puntos de muestreo

Se delimitó el área a través de un software de sistema de información geográfica y un reconocimiento de campo, en donde se tomó en cuenta las áreas más densas y con mayor concentración por especie de Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen); que sirvieron para llevar a cabo los siguientes experimentos posteriores.

9.1.4. Técnica de muestreo

Colecta de muestras “in situ” en parcelas experimentales cuadradas de 6 m x 6 m. Para ello se realizó una cuadrícula a fin de establecer las parcelas experimentales y se realizó cartografía a escala 1:5,000 así como también la determinación de las áreas de cobertura de cada especie.

9.1.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar para el experimento 1 y 2, este diseño es el más sencillo, eficiente y se origina por la asignación aleatoria de los tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinado.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la respuesta (variable de interés o variable medida)

μ = es la media general del experimento

τ_i = es el efecto de tratamiento

ε_{ij} = es el error asociado a la respuesta Y_{ij}

9.1.6. Ubicación de sitio experimental

La ubicación del sitio experimental, en donde se desarrolló los experimentos 1 y 2, posteriormente descritos, fue en el bosque natural de la aldea La Angostura, el cual cuenta con una cobertura de áreas por especie por percepción comunitaria e inventariada, previamente identificados, Figura 2, 3 y 4.

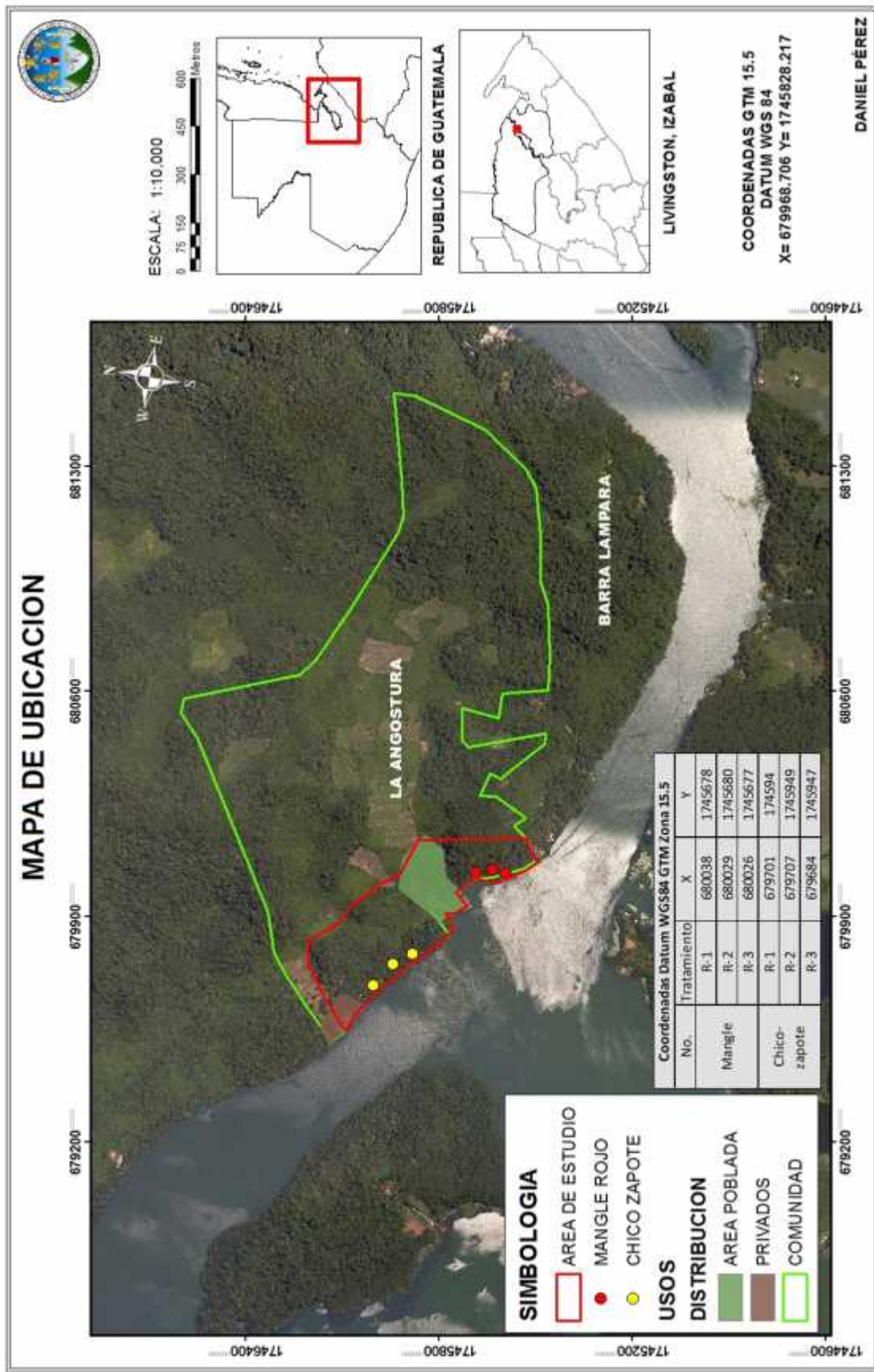


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, parcelas experimentales y área poblada. Elaboración propia.

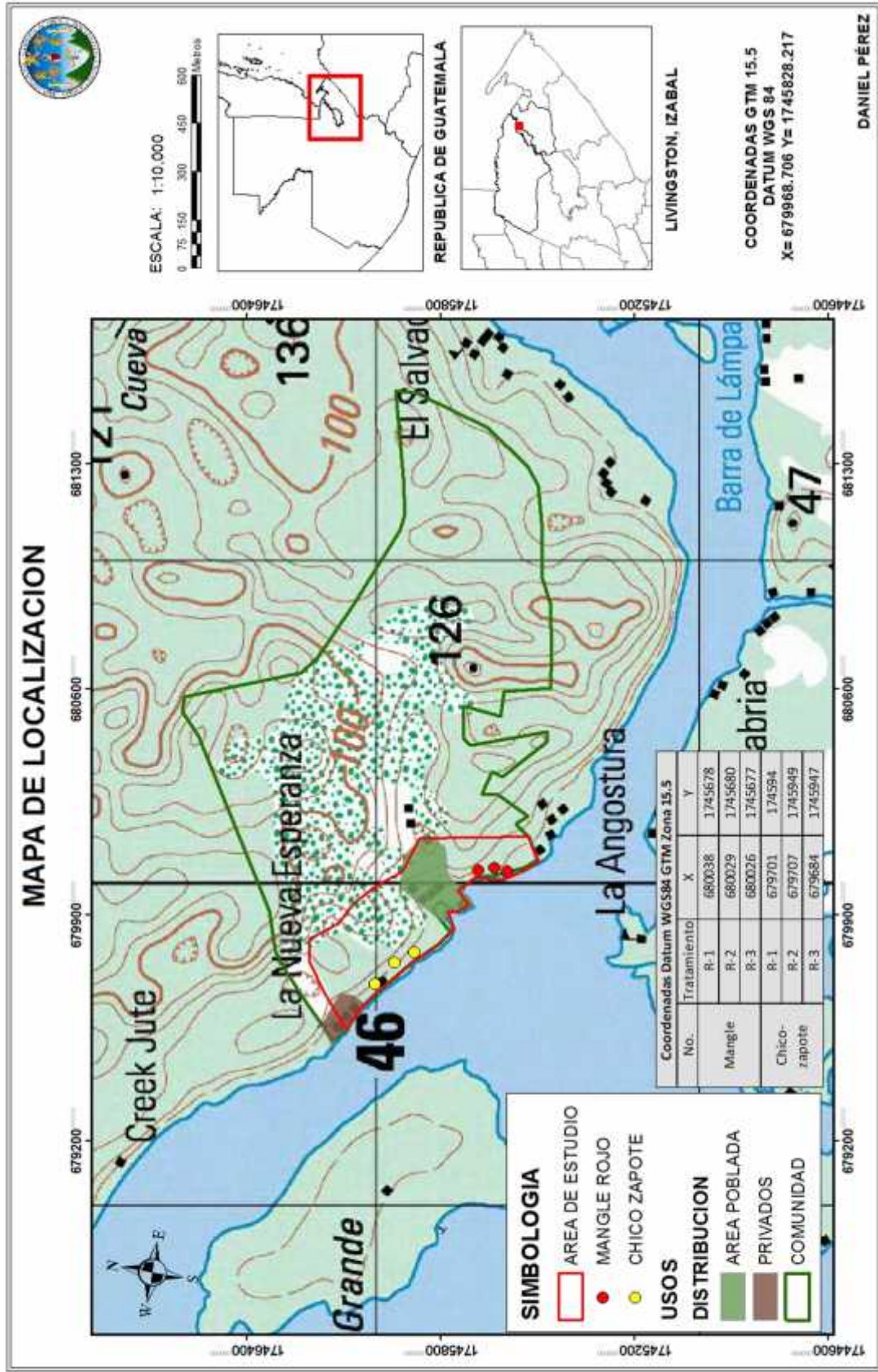


Figura 3. Mapa de localización de área de estudio, parcelas experimentales y área poblada. Elaboración propia.

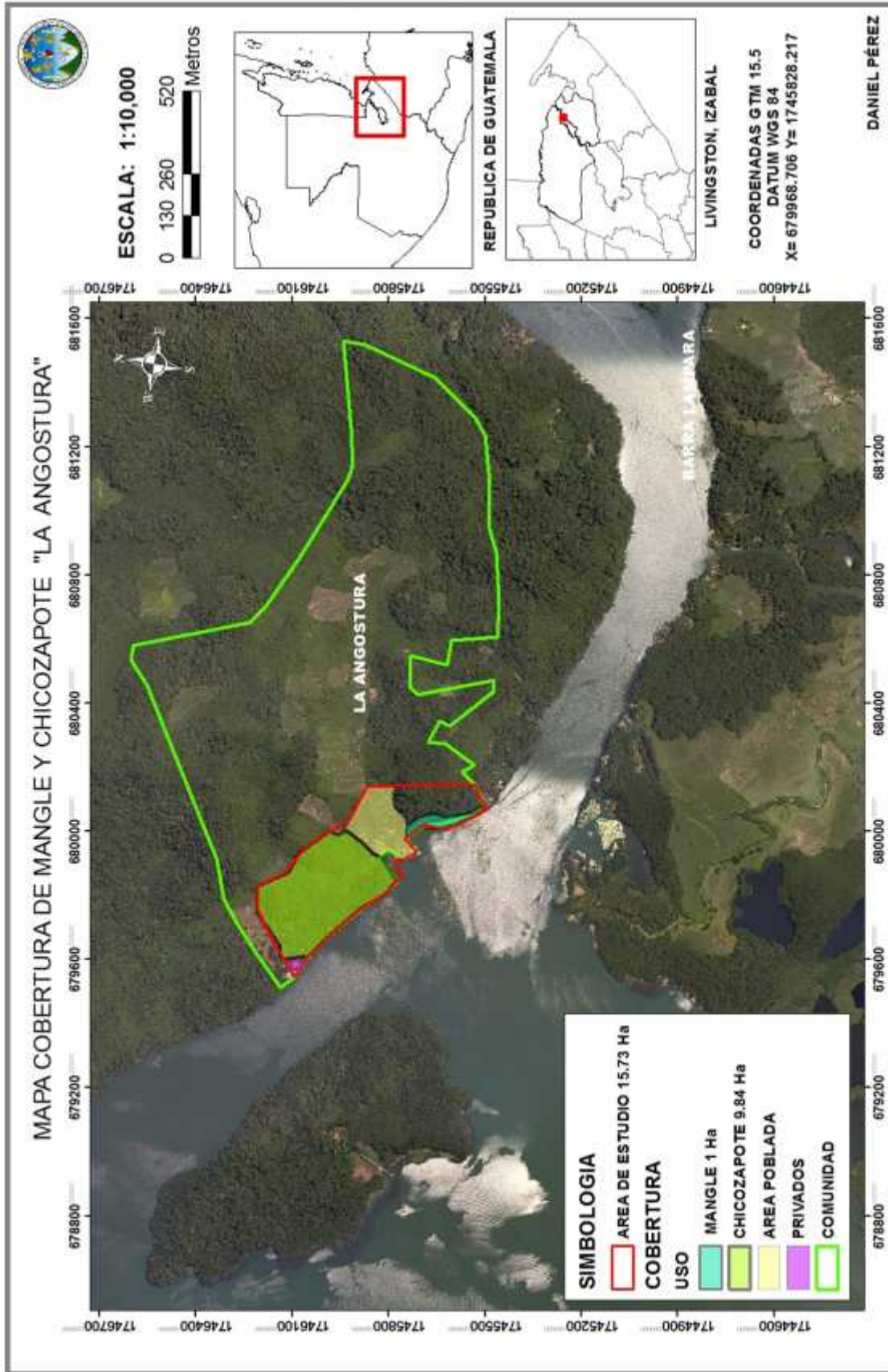


Figura 4. Mapa de área de cobertura de las especies. Elaboración propia.

9.2. Experimento 1: Cuantificación de carbono orgánico proveniente de la producción de hojarasca

Descripción metodológica para experimento 1, cuantificación de Carbono proveniente de la hojarasca, a nivel de campo y gabinete.

9.2.1. Hipótesis para objetivo 1

H₀: La especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) darán el mismo resultado en producción primaria neta de carbono expresada en peso seco de hojarasca por parcela experimental.

H₁: Al menos una de las especies Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) producirá una diferencia significativa en la producción primaria neta de carbono expresada en peso seco de hojarasca por parcela experimental.

9.2.2. Montaje de experimento

Para la montura que se realizó para el experimento 1, una vez establecidos los puntos de muestreo, se colocaron trampas de 2 m x 2 m, construidas con sarán de 1 mm x 1 mm amarrados con lazo de nylon a ramas o troncos a más de un metro de altura evitando las inundaciones. Esto se realizó con tres repeticiones para las dos especies.

9.2.3. Parcela experimental

La muestra fue obtenida de repeticiones establecidas en iguales condiciones, teniendo 2 tratamientos y 3 repeticiones por cada especie, lo que es igual a $2 * 3 = 6$ parcelas experimentales. Por lo tanto el diseño establecido, como se muestra en la Figura 5, para cada parcela experimental fue de 6 m x 6 m, ubicando la trampa de 4 m² dentro de estos límites.

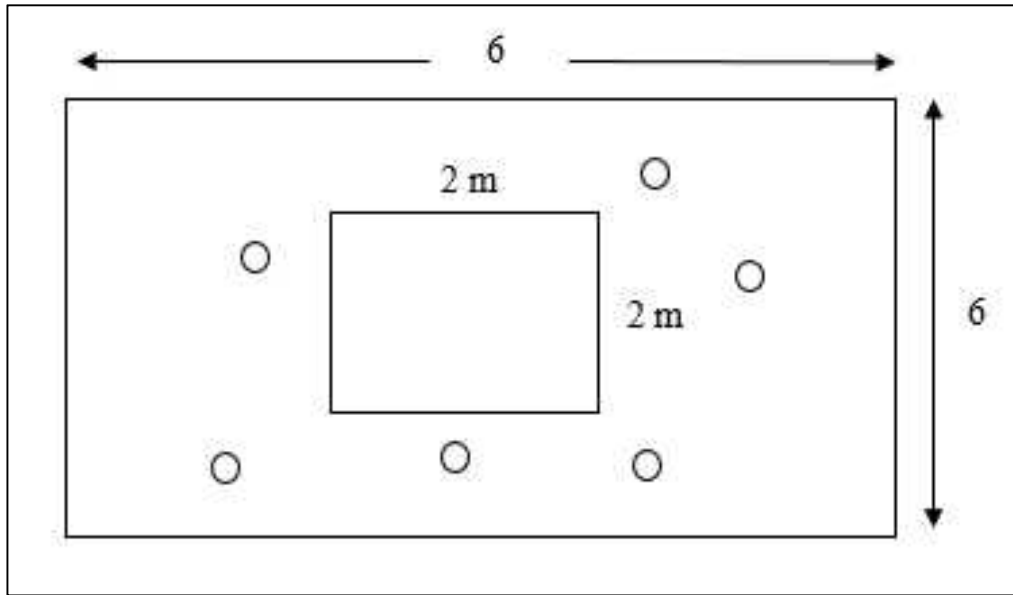


Figura 5. Diseño de parcelas experimentales de muestreo que se utilizó. Elaboración propia.

9.2.4. Recolecta de datos en campo

La cuantificación de la masa de hojarasca capturada en las redes se realizó mensualmente (cada 30 días) para cada una de las tres repeticiones de Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y las otras tres de Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen), también denominadas como parcelas experimentales.

En cada lectura de campo que se realizó por parcela experimental se colectó la hojarasca únicamente encontrada dentro de la red, depositándose en bolsas plásticas herméticas debidamente identificadas por especie y repetición.

Para cada una de las muestras de campo se realizó un proceso de pre secado, si estas presentaban demasiada humedad, en donde también se seleccionó la hojarasca perteneciente a cada especie por repetición, depositándose en un sobre manila debidamente identificado.

9.2.5. Análisis de laboratorio

Posteriormente el material colectado y clasificado se trasladó al laboratorio de Autoridad Para el Manejo de la Cuenca de Río Dulce y Lago de Izabal –AMASURLI– en donde cuentan con un horno de secado marca felisa®, colocando las muestras dentro de este durante 72 horas a 60 °C, eliminando completamente la humedad, seguidamente se procedió a pesar las muestras secas, según los criterios de Cintrón y Schaeffer-Novelli (1981), en una balanza analítica marca OHAUS® obteniendo el peso seco en gramos.

9.2.6. Procesamiento de la información y análisis estadístico

Los resultados se expresaron en gramos de peso seco/m²/tiempo (día/mes/año) y se transformaron a gramos de carbono, de acuerdo con el factor de conversión utilizado para manglares de Brown y Lugo (1981): 1 g de materia orgánica = 1/1,8 g C., y factor 0.5 para la especie de Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) según (Acosta et al, 2002). El análisis estadístico realizado fue a través del diseño experimental completamente al azar. La información se analizó por medio del programa estadístico InfoStat versión estudiantil.

9.2.7. Material y equipo

Para llevar a cabo este experimento fue necesario utilizar lo siguiente:

Recurso humano.

- Persona de la comunidad conocedora del área.

Equipo.

- Lancha tipo tiburonera y cayuco.
- Machete.
- Tijeras.
- Cinta métrica.
- Equipo de sistema de posicionamiento global –GPS–.

Materiales.

- Marcadores.
- Lazo de nylon.
- Bolsas plásticas.
- Mapas de campo.
- Sarán de 1 mm x 1 mm.

9.3. Experimento 2: Cuantificación de contenido de carbono en el suelo

Descripción metodológica para experimento 2, cuantificación de Carbono almacenado en el suelo.

9.3.1. Hipótesis para objetivo 2

H₀: La especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) evaluadas darán el mismo resultado en el secuestro de cantidad de carbono en el sustrato suelo por parcela experimental.

H₁: Al menos una de las especies Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) evaluadas dará una diferencia significativa en el secuestro de cantidad de carbono en el sustrato suelo por parcela experimental.

9.3.2. Recolección de muestras en campo

En el experimento 2 las muestras de suelo recolectadas fueron de 0 a 30 cms de profundidad para cada parcela experimental con el objeto de determinar el efecto de la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) sobre el almacenamiento de carbono en el suelo. Se utilizaron los mismos puntos de muestreo del experimento 1 para la toma de muestras de campo en este experimento.

Para cada sitio de muestreo se removió materia fresca y suelta en un área aproximada de 150 cm², en donde se introdujo una cuchara de jardinería y se sustrajo cada una de las 6 muestras en total, limpiando la cuchara después de realizada cada muestra.

No se mezcló ninguna de las muestras tomadas de las diferentes repeticiones. Cada una se depositó en bolsas plásticas herméticas con su respectiva identificación por especie y repetición.

9.3.3. Análisis de laboratorio

Se procedió al traslado de las muestras de suelo al laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía, en donde se colocaron en un recipiente abierto de tres a cinco días, teniendo en cuenta que no se expuso a la luz solar para evitar la oxidación de la materia orgánica, considerando de importancia la aireación que permitió un secado más rápido. Para posteriormente pasar por un tamiz número diez (2 mm de espacio) para la separación de las rocas del suelo fino, se almacenó y selló en bolsas de plástico.

Se extrajo un gramo de suelo fino y se le colocó en un horno a una temperatura de ciento cinco grados Celsius (105°C), durante dos horas para estimar la humedad. Al mismo tiempo también una muestra se utilizó para estimar el carbono en un analizador de carbono y nitrógeno, el analizador se calibra con ácido aspártico, y por último pruebas de calidad (Castellanos, Quilo & Mato, 2010).

9.3.4. Procesamiento de la información y análisis estadístico

Con los resultados obtenidos se estimó la cantidad de carbono fijada por el componente suelo en la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen), en aldea La Angostura. Se determinó la materia orgánica en el suelo por el método Walkley and Black y posteriormente se usó el factor de Von Bemmelen (0.58*M.O.) según (IPCC, 2003), para obtener carbono fijado en el suelo. El diseño estadístico que se utilizó fue completamente al azar. La información se analizó por medio del programa estadístico InfoStat versión estudiantil.

9.3.5. Material y equipo

Para llevar a cabo el experimento 2 fue necesario contar con lo siguiente:

Recurso humano.

- Persona de la comunidad conocedora del área.

Equipo.

- Lancha tipo tiburonera y cayuco.
- Machete.
- Tijeras.
- Cinta métrica.
- Equipo de sistema de posicionamiento global –GPS–.

Material.

- Mapas de campo.
- Cuchara de jardinería.
- Marcadores.
- Bolsas plásticas.

9.4. Determinación de los bienes y servicios ambientales (método de diagnóstico rural participativo y ortofotos)

Para la determinación de los bienes y servicios ambientales se utilizó el método de diagnóstico rural participativo a través de talleres con grupos focales en las dos comunidades con actores involucrados, entre ellos los socios de la mesa de mangle y otros relacionados, en donde se elaboró y pasó una entrevista en grupo con serie de preguntas ver apéndice A (boleta) enfocadas a identificar los aspectos socioeconómicos y ambientales (hídricos) directamente relacionados con el ecosistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen), como apoyo cualitativo.

9.4.1. Etapa de desarrollo de talleres

Previamente a la realización de cada taller se llamó vía telefónica a los líderes comunitarios y los representantes de la mesa del Mangle para llevar a cabo la actividad en días hábiles, la cual se planificó para las 9:00 am. en adelante en las instalaciones del restaurante El Manglar ubicado en la comunidad Cayo Quemado, en donde los diferentes líderes llevaron personas conocedoras de sus respectivas comunidades y áreas.

La dinámica de estos talleres fue participativa y consistió en reunir un grupo de personas activas y organizadas de la zona, conocedoras y participativas de diversos proyectos en las comunidades, en donde se aplicó la boleta para que cada representante diera a conocer su opinión, características o hechos reales de acuerdo a las preguntas diseñadas.

Diseño de preguntas a colocar en boleta impresa ó diseño de preguntas en forma oral. Las preguntas que se formularon se analizaron previamente para la identificación de los bienes y servicios socioeconómicos. Todas fueron enfocadas y relacionadas a actividades turísticas de diferente magnitud, proyectos de protección y conservación de la fauna y flora y aprovechamiento productivo directo.

Por otra parte para las implicaciones ambientales se abarcó la interacción social-ambiental a nivel local, programas o proyectos de recuperación o preservación, pérdida de diversidad del bosque natural y el beneficio obtenido del sistema Manglar y la especie asociada de Chicozapote.

9.4.2. Materiales y equipos

Para llevar a cabo la determinación de bienes y servicios ambientales fue necesario:

a) Fase trabajo comunitario

- Lancha de 25 pies con motor 40HP (caballos de fuerza) marca Yamaha.
- Computadora portátil.
- Cámara.

- Software de Sistemas de Información Geográfica –SIG–.
- Ortofotos IGN 2006.
- Cuaderno.
- Líderes comunitarios.
- Listas de participantes.
- Boletas.
- Rotafolio.
- Lapicero.

b) Fase comprobación en campo

- Lancha de fibra de vidrio con motor 40HP (caballos de fuerza) marca Yamaha.
- Guardarrecursos.
- Equipo de sistema de posicionamiento global –GPS–.
- Cinta métrica.
- Cámara fotográfica.
- Machetes.

9.4.3. Talleres de “mapeo participativo” para las áreas de estudio de las aldeas Cayo Quemado y La Angostura y determinación de bienes y servicios ambientales.

Se realizó una visita al mismo punto de reunión del taller anterior, convocando a personas conocedoras del área, en donde se desarrolló el taller de “mapeo participativo” para la identificación de bienes y servicios ambientales asociados al bosque natural y por ende al sistema Manglar y la especie Chicozapote, tanto en Cayo Quemado como La Angostura, considerando lo establecido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2009), así como MAGA, PAFG, FAO & CODERSA (1999), de la manera siguiente:

- Conformación de dos grupos focales de trabajo.
- Presentación a los grupos de trabajo de imágenes satelitales (Google Earth) de la zona comunitaria y del bosque natural de las aldeas Cayo Quemado y La Angostura entre escalas de 1: 15,000 y 1:10,000 impresas a color en hojas tamaño A1, ver Figuras 12 y 14.

- En un programa de sistema de información geográfica -SIG- se plasmó la información recopilada previamente interpretada, para la conformación de los mapas temáticos de bienes y servicios a escala 1:12,500 y 1:5,000.
- Se documentó los talleres a través de fotografías y lista de asistencia Apéndice C.

9.4.4. Comprobación en campo de los mapas generados en los talleres.

Con los resultados obtenidos en los talleres se conformó la cartografía de forma preliminar, de donde se determinaron áreas de verificación en visita de campo, esto debido a los cambios en el uso de la tierra en algunas zonas habitadas o posesionadas dentro de las zonas de estudio o su periferia.

La verificación de campo se realizó con el acompañamiento de un grupo conformado por líderes de las dos comunidades cercanas a las áreas a verificar, con el fin de recabar información relacionada a las zonas de verificación.

9.4.5. Conformación de la cartografía de los bienes y servicios ambientales del bosque natural de las aldeas Cayo Quemado y La Angostura

Se interpretó y analizó la información recolectada a través de proyecciones de la información utilizando un Software SIG. El producto final obtenido fueron mapas temáticos a escala 1:12,500 y 1:5,000 proyectada en GTM en Datum WGS84 en la Zona 15.5.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1. Experimentos a nivel de campo

Resultados y discusión de los experimentos 1 y 2, en fase de campo y gabinete.

10.1.1. Experimento 1.

Cuantificación del contenido de carbono aportado por hojarasca del sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en el bosque natural de la aldea La Angostura.



Figura 6. Colocación en campo de trampas de sarán para colecta de hojas. Elaboración propia.

La lectura de muestras para ambas especies se realizó con intervalos de tiempo de aproximadamente 30 días durante 6 meses (Abril-Septiembre) abarcando parte de la época seca y la transición a la época lluviosa; estos resultados fueron enviados a laboratorio para su respectivo proceso y analizados con el programa de computo InfoStat versión estudiantil, en base al diseño experimental completamente al azar, la información procesada en laboratorio de acuerdo a la

variable de peso seco en gramos de las lecturas realizadas, distribuida por repetición de los tratamientos y medición en el tiempo, se presenta en la Tabla 1.

Dando como resultado una variabilidad evidente entre ambas especies, notándose un incremento del peso seco en gramos en la medición 3 y 4 respectivamente. Esto pudo deberse al incremento de las lluvias y viento en el área, influyendo directamente en la caída de hojarasca. Recordando también que los meses en que se dio la muestra están dentro de la época de lluvia.

Sin embargo, el ascenso mostrado para estas lecturas descendió precipitadamente en las dos últimas lecturas realizadas, dejando con una producción de hojarasca considerable y estable a la especie Mangle, muy por encima del Chicozapote. Este comportamiento pudo deberse a dos factores, la disminución considerable de lluvia, llegándose a encontrar las trampas totalmente secas sin humedad entre la hojarasca, y posibles vientos fuertes que removieron las hojas de las trampas en el transcurso del mes.

Tabla 1. Producción primaria neta vía hojarasca por especie en gramos de peso seco.

Parcela experimental	Repetición	Medición	Peso seco (g)
Mangle	1	1	33.47
Mangle	2	1	73.86
Mangle	3	1	152.19
Chicozapote	1	1	1.47
Chicozapote	2	1	116.05
Chicozapote	3	1	162
Mangle	1	2	207.19
Mangle	2	2	17.82
Mangle	3	2	22.46
Chicozapote	1	2	32.24
Chicozapote	2	2	7.73
Chicozapote	3	2	8.41
Mangle	1	3	323.41
Mangle	2	3	28.62
Mangle	3	3	280.25
Chicozapote	1	3	103.81
Chicozapote	2	3	112.29
Chicozapote	3	3	7.57
Mangle	1	4	87.97
Mangle	2	4	53.86
Mangle	3	4	113.12
Chicozapote	1	4	20.62
Chicozapote	2	4	227.25
Chicozapote	3	4	16.48
Mangle	1	5	99.69
Mangle	2	5	104.14
Mangle	3	5	96.25
Chicozapote	1	5	16.20
Chicozapote	2	5	12.89
Chicozapote	3	5	12.90
Mangle	1	6	69.44
Mangle	2	6	5.15
Mangle	3	6	99.87
Chicozapote	1	6	0.00
Chicozapote	2	6	0.00
Chicozapote	3	6	0.25

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis estadístico se elaboró una tabla de medias, Tabla 2, utilizando los resultados mostrados en la tabla anterior, de la cual fueron analizados únicamente los promedios de cada tratamiento por lectura.

Tabla 2. Media aritmética de las lecturas de producción de hojarasca por especie.

Parcela experimental	Medición por mes en peso seco (g)						Promedio general
	1	2	3	4	5	6	
Mangle	33.47	207.19	323.41	87.97	99.69	69.44	
Mangle	73.86	17.82	28.62	53.86	104.14	5.15	
Mangle	152.19	22.46	280.25	113.12	96.25	99.87	
Promedio	86.51	82.49	210.76	84.98	100.03	58.15	103.82
Chicozapote	1.47	32.24	103.81	20.62	16.20	0.00	
Chicozapote	116.05	7.73	112.29	227.25	12.89	0.00	
Chicozapote	162	8.41	7.57	16.48	12.90	0.25	
Promedio	93.17	16.13	74.56	88.12	14.00	0.08	47.68

Fuente: elaboración propia.

Mostrando, según los promedios calculados, un crecimiento estable para la especie Mangle y una producción de hojarasca irregular para el Chicozapote, este comportamiento demuestra una variabilidad muy marcada entre ambas especies.

Posteriormente se estableció una distribución entre los tratamientos y las lecturas en el tiempo tomadas como repeticiones con su respectivo promedio de peso seco expresado en gramos, para proceder a su análisis estadístico, seguidamente se muestra en Tabla 3.

Tabla 3. Distribución de tratamientos y repeticiones.

Tratamiento	Peso seco (g)
T1R1	86.51
T2R1	93.17
T1R2	82.49
T2R2	16.13
T1R3	210.76
T2R3	74.56
T1R4	84.98
T2R4	88.12
T1R5	100.03
T2R5	14.00
T1R6	58.15
T2R6	0.08

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza, mostrado en Tabla 4, no indico la existencia de efecto significativo entre tratamientos. Esto puede deberse a que los datos obtenidos como producto de la caída de hojarasca en las redes, presentan gran variabilidad entre los intervalos de tiempo para ambas especies.

Tabla 4. Análisis de varianza, producción primaria de hojarasca en peso seco.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Peso seco (g)	12	1	sd	0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32924.82	11	2993.17	sd	sd
Tratamiento	32924.82	11	2993.17	sd	sd
Error	0	0	0		
Total	32924.82	11			

Fuente: elaboración propia generado en InfoStat versión estudiantil.

Las hipótesis nula y alterna planteadas para este experimento 1, de acuerdo al análisis estadístico realizado con un diseño completamente al azar en el programa InfoStat versión estudiantil, definen el siguiente resultado.

Según el ANDEVA realizado dado los resultados, en donde no existe efecto significativo; entonces rechazamos la H_1 y aceptamos la H_0 , la cual dice que “La especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) darán el mismo resultado en producción primaria neta de carbono expresada en peso seco de hojarasca por parcela experimental” por lo tanto no es pertinente realizar un Post ANDEVA.

Este resultado de análisis estadístico difiere mucho de lo establecido en las tablas anteriores ya que ambas especies mostraron un comportamiento variable en la producción de hojarasca en peso seco.

Con fines de analizar la información se elaboró una gráfica con las medias aritméticas de la Tabla 2, lo que permite establecer la variación de la producción de hojarasca por especie vegetal y medición expresada en peso seco (g).

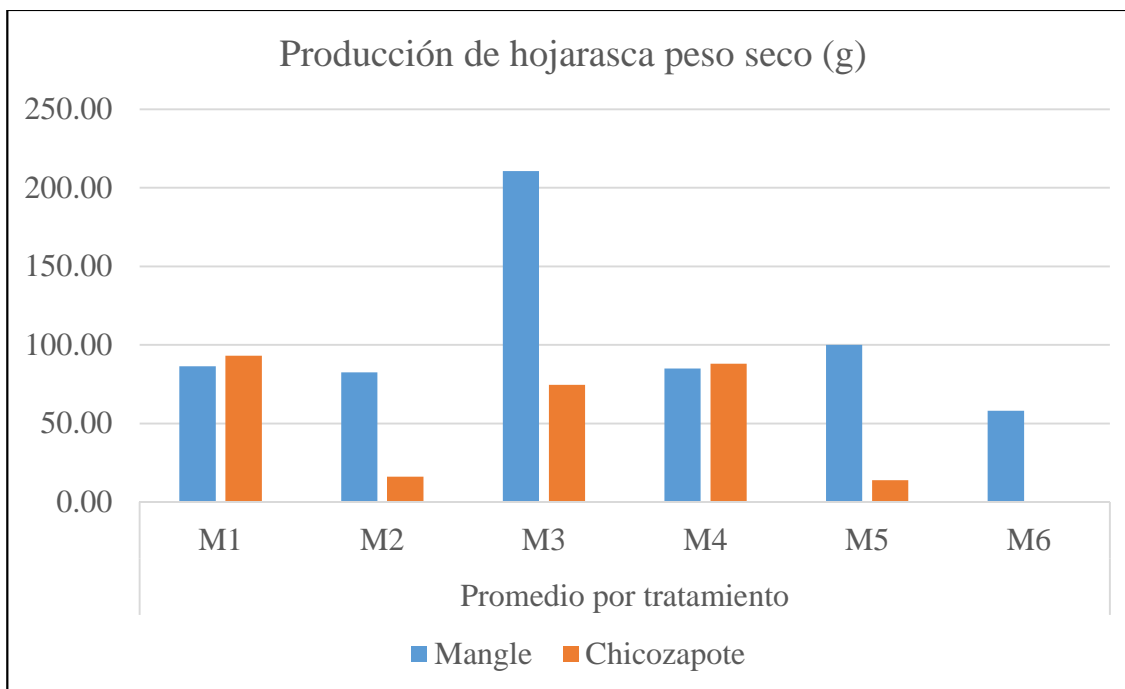


Figura 7. Comportamiento de la producción de hojarasca en peso seco por lectura. Elaboración propia.

Observándose que la especie Mangle mantuvo una constante producción de hojarasca durante las seis lecturas realizadas, mostrando un incremento evidente, como ya se mencionó, en la medición 3, por lo que en comparación con la especie Chicozapote que presenta variaciones irregulares en la producción, sus aportes de peso seco promediados difieren entre medición, llegando incluso en la última lectura a un aporte de cero hojas en dos de las trampas dando un peso seco de 0.08 gramos, un valor despreciable para la producción.

Por último, se calculó la estimación de cantidad de carbono que es capturado por las hojas del sotobosque y copa del área de estudio de la aldea La Angostura por especie vegetal. Considerando que los resultados de la captura en redes son expresados en g de peso seco/4 m²; se hicieron transformaciones matemáticas para expresarlo en tC/ha por especie vegetal, Tabla 5.

De acuerdo a los factores de conversión para Manglares de Brown y Lugo (1981): 1 g de materia orgánica = 1/1,8 g C., y factor de 0.5 para el Chicozapote según (Acosta et al, 2002). Y el área de cobertura identificada por especie en hectáreas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5. Toneladas de carbono capturado en hojarasca por especie vegetal.

Especie	g/ 4m²	C g/ 4m²	Área (ha)	m²	g C/ha	tC/ha
Mangle	103.82	58.1392	1	10000	145348	0.145348
Chicozapote	47.68	23.84	9.84	98400	586464	0.586464
TOTAL						0.731812

Fuente: elaboración propia.

Al considerar las hectáreas de estudio por especie los resultados se invirtieron en lo que respecta a las tC/ha, ya que al ser el mangle la especie que más hojarasca aporta, duplicando al chicozapote, esta cuenta con un área limitada, esto probablemente se deba a la poca cobertura de Mangle que presenta el área de estudio de la aldea La Angostura, y a la marcada cobertura vegetal que presenta el área de chicozapote en la aldea de más de 9 ha. Esto quiere decir que la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) contiene y aporta mayor carbono por hojarasca que la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) independientemente del área con la que cuenta.

Para la primera especie el área de cobertura es de 1 hectárea y 9.84 hectáreas para la segunda, teniendo en cuenta que cada una presento intervalos de producción de hojarasca muy variados en las lecturas realizadas, en donde la especie Mangle obtuvo una media de 103.82 gramos de peso seco durante los seis meses y el Chicozapote de 47.68 gramos de peso seco en el mismo tiempo. Por último el contenido total de carbono aportado entre las dos especies fue de 0.731812 tC/ha.

10.1.2. Experimento 2.

Cuantificación del contenido de Carbono almacenado en el suelo por efecto del sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) en el bosque natural de la aldea La Angostura, Figura 7.



Figura 8. Colecta de muestras de suelo en aldea La Angostura. Elaboración propia.

Análisis químico de las muestras de suelo.

Tabla 6. Análisis químico de suelos por parcela experimental.

Identificación		pH	$\mu\text{S/cm}$ CE	meq/100 gr Al+H	%	
					M.O.	N
		6 - 6.5	1500 - 2000	0.8	4-5	0.3-0.4
M-1	Mangle R1	5.8	869.0	0.10	50.59	2.18
M-2	Mangle R2	6.0	1720.0	0.00	27.96	1.96
M-3	Mangle R3	5.3	1740.0	0.00	43.93	1.79
M-4	Chicozapote R1	6.3	1150.0	0.20	21.97	1.43
M-5	Chicozapote R2	6.2	842.5	0.20	25.63	1.40
M-6	Chicozapote R3	6.0	812.0	0.20	20.63	1.08

Fuente: elaboración propia modificado de laboratorio de suelos –FAUSAC–.

pH = potencial hidrógeno.

$\mu\text{S/cm}$ = microSiemens/cm.

CE = conductividad eléctrica.

meq/100 gr Al+H = mili equivalente/100 gramos acidez intercambiable.

% M.O. = porcentaje de materia orgánica.

10.1.3. Descripción de las variables de respuesta de carbono en suelo.

a) pH

El valor de pH fluctúa entre 5.3 y 6.3, lo que corresponde a suelos de moderada a ligeramente ácidos lo que acarrea a limitaciones por decadencia de cationes (Mg, Ca, K) característico de suelos inundados, y deficiencia por fijación de nutrientes por la materia orgánica y en especial el contenido de fósforo; con posible predominio de Al, Fe y Mn; existencia de hongos y mala nitrificación.

Por otra parte el pH orienta a una reducción de la disponibilidad de la mayoría de macronutrientes que son básicos en el suelo.

Hay que tener en cuenta que el pH adecuado para el sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) en el suelo es de 6.6 cuando está saturado de agua, por lo que los resultados obtenidos muestran parámetros moderadamente bajos, incluso con una media de 5.7 de pH. Sin embargo, para la especie Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) que presenta suelos pedregosos y poco profundos, muy favorables para este organismo vegetal, su pH debe estar por debajo de 7.0, por lo que efectivamente las muestras de suelo arrojan un resultado positivo para el pH de esta especie.

b) La conductividad eléctrica –CE–

En la mayoría de suelos productivos existen al menos pequeñas cantidades de sales solubles. La aglomeración de estas en el suelo se presume que se debe principalmente a problemas de drenaje riegos continuos, seguidos de evaporación y sequía.

Las especie que mostro valores ligeramente altos fue el Mangle llegando a los 1740 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la repetición 3 y 1720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la repetición 2, sin embargo estos valores reflejan una despreciable salinidad. Por lo que no tiene efecto sobre el ecosistema Manglar.

Cuando un suelo tiene un exceso de sales solubles se le denomina suelo salino. La medida de la CE del suelo y de las aguas de riego permite estimar en forma casi cuantitativa la cantidad de sales que contiene. El análisis de la CE en suelos se hace para establecer si las sales solubles se encuentran en cantidades suficientes como para afectar la germinación normal de las semillas, el crecimiento de las plantas o la absorción de agua por parte de las mismas. Es un factor importante en la velocidad de crecimiento de biomasa, Tabla 7 y 8.

Tabla 7. Resultados de Conductividad Eléctrica en el suelo.

Conductividad Eléctrica				
Tratamiento	Repetición	μS/cm	dS/m	Estado
		C.E.	C.E.	
Mangle R1	I	869.0	0.87	No salino
Mangle R2	II	1720.0	1.72	No salino
Mangle R3	III	1740.0	1.74	No salino
Chicozapote R1	I	1150.0	1.15	No salino
Chicozapote R2	II	842.5	0.84	No salino
Chicozapote R3	III	812.0	0.81	No salino

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Escala de salinidad del suelo.

CE en dS/m a 25 °C	Efectos
0 – 2 No salino	Despreciable en su mayoría
2 – 4 Ligeramente salino	Se restringen los rendimientos de cultivos muy sensibles
4 – 8 Moderadamente salinos	Disminuyen los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Entre los que toleran están: alfalfa, remolacha, cereales y los sorgos para grano.
8 – 16 Fuertemente salinos	Sólo dan rendimientos satisfactorios los cultivos tolerantes.
> 16 Muy fuertemente salinos	Sólo dan rendimientos satisfactorios algunos cultivos muy tolerantes.

Fuente: USDA, 1996.

c) La acidez Intercambiable del suelo

El principal factor de desarrollo de la acidez del suelo es el Aluminio (Al^{3+}), en donde la acidez intercambiable: Hidrogeno y aluminio intercambiables (H^+ , Al^{3+}) retenidos en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas. Se determina como un auxiliar del pH, para determinar la naturaleza de la acidez, siendo los valores evaluados menores de 0.8 meq/100 g de suelo; la acidez intercambiable es baja. Siendo la principal causa de acidez el pH.

d) Materia orgánica y Carbono en el suelo

La materia orgánica del suelo, también conocida como MOS, está conformada por un conjunto de residuos de origen animal y/o vegetal, que se encuentran en diferentes etapas de descomposición, acumulándose en la superficie y dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999).

El carbono orgánico del suelo COS es el principal elemento que forma parte del MOS, por lo que es común que se confundan ambos términos, sin embargo este se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas teniendo efecto sobre las propiedades del suelo y por ende al rendimiento de los cultivos, además de modificar la acidez y la alcalinidad, como también la solubilidad de varios nutrientes, elementos como el N cuyo aporte mineral es normalmente deficitario, siendo otra característica que el COS asociado a la MOS proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico, también su efecto en las propiedades físicas se manifiesta mediante la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo por lo tanto la cantidad de COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del suelo, por lo que al tratarse de un sistema de bosque primario en condiciones de suelo altamente húmedo e inundado y de alta actividad biogeoquímica, todos los valores sobrepasan altamente el estándar agrícola de 5% (Martínez, et al., 2008).

En los análisis se tomaron en cuenta los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras de campo con respecto a la materia orgánica, distribuida por tratamiento y repetición, seguidamente se muestra en Tabla 9.

Tabla 9. Almacenamiento de materia orgánica por especie expresada en porcentaje.

Tratamiento	Repetición	M.O.
Mangle	1	50.59
Mangle	2	27.96
Mangle	3	43.93
Chicozapote	1	21.97
Chicozapote	2	25.63
Chicozapote	3	20.63

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis estadístico se elaboró una tabla de medias de la cual fueron analizados los promedios de cada tratamiento, Tabla 10.

Tabla 10. Media aritmética y distribución de tratamientos.

Tratamiento	M.O.
Mangle	40.83
Chicozapote	22.74

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de varianza del almacenamiento de carbono en el suelo, Tabla 11, utilizando un diseño experimental completamente al azar, este indica que no existe diferencia significativa entre tratamiento en lo que respecta a la materia orgánica.

Tabla 11. Análisis de varianza sobre porcentaje de materia orgánica en el suelo.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
M.O.	2	1	sd	0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	163.62	1	163.62	Sd	sd
Tratamiento	163.62	1	163.62	Sd	sd
Error	0	0	0		
Total	163.62	1			

Fuente: elaboración propia generado en InfoStat versión estudiantil.

Según el ANDEVA realizado dado los resultados, en donde no existe efecto significativo; entonces rechazamos la H_1 y aceptamos la H_0 , la cual dice que “La especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) y Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) evaluadas darán el mismo resultado en el secuestro de cantidad de carbono en el sustrato suelo por parcela experimental” por lo tanto no es pertinente realizar un Post ANDEVA.

Con fines de analizar la información se elaboró una gráfica con los porcentajes de materia orgánica en el suelo por especie vegetal y repetición, Figura 8.

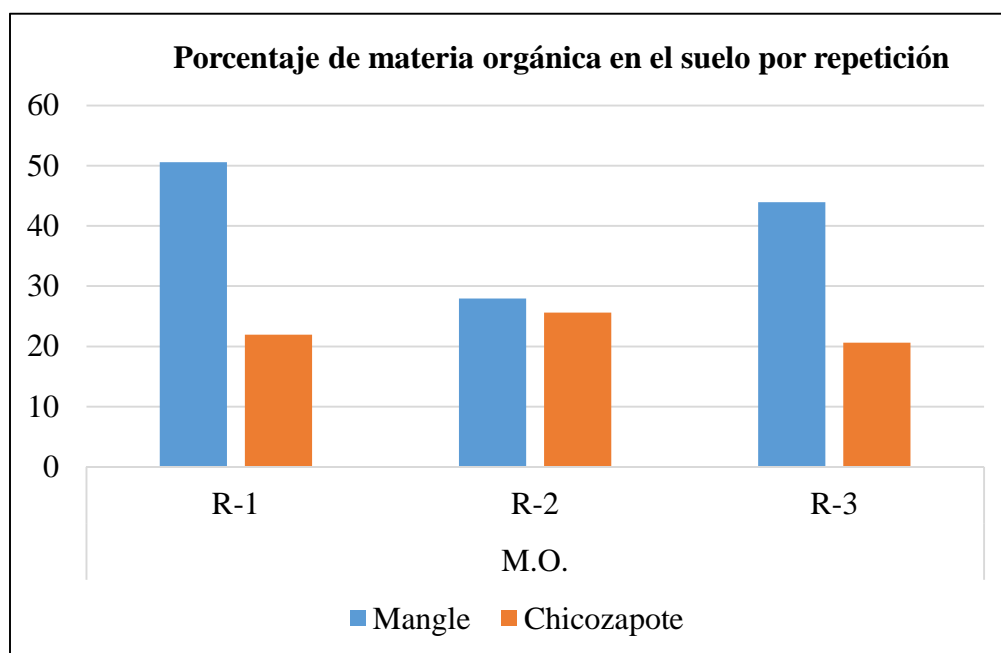


Figura 9. Comparación de porcentaje de materia orgánica del suelo por repetición. Elaboración propia.

Por último, se estima la cantidad de carbono orgánico que es almacenado en la parte de suelo del área de estudio de la aldea La Angostura por especie vegetal. Se hicieron transformaciones matemáticas para expresarlo en tC/ha por especie vegetal, Tabla 12.

Estimación del carbono almacenado en el suelo del área de estudio de la aldea La Angostura para experimento 2.

Tabla 12. Toneladas de carbono almacenado en el suelo por especie.

	MOS %	C%=MOS*0.58	Área (ha)	tC/ha
Mangle	40.83	23.6814	1	0.0355221
Chicozapote	22.74	13.1892	9.84	0.1946726
TOTAL				0.2301947

Fuente: elaboración propia.

$$C\% = 0.58 * MOS\%$$

$$tC = \text{Área (ha)} * \text{Densidad del suelo (t/m}^3\text{)} * \text{profundidad (m)} * (\% \text{ Carbono}/100).$$

* Para un estrato de 0.3 m y densidad del suelo de 0.5 t/m³.

1 Ton de carbono = 3.67 Ton dióxido de carbono (tCO₂).

Como se puede observar en el cuadro anterior la especie que mayor secuestro de carbono en el suelo tiene, del área de estudio, es el Chicozapote, debido a que presenta la mayor área de cobertura por percepción comunitaria, sin embargo, el Mangle es el que duplica el porcentaje de carbono almacenado en el suelo, según el factor de conversión para el porcentaje de materia orgánica en suelo.

Las áreas definidas para la especie Mangle y Chicozapote se separaron de acuerdo a la presencia, abundancia y nula intervención comunitaria para cada una, así como la cobertura por percepción comunitaria y ubicación por GPS para el sistema manglar en proyecto de la mesa de Mangle en asociación con la Asociación Programas de Gestión Ambiental Local ASOPROGAL.

Una de las características que se deben considerar, con respecto a la toma de muestras de campo, es que los suelos de Mangle estaban inundados y las muestras recolectadas presentaban exceso de humedad, mientras que los suelos de Chicozapote manifestaban pedregosidad alta con poca materia orgánica. Constatando de esta manera que ambas especies se encontraban dentro de su hábitat de acuerdo a estas características. La suma total de carbono almacenado en el suelo entre las dos especies fue de 0.2301947 tC/ha.

La época en la que se realizaron los experimentos presento implicaciones sobre la recolección de hojas denominadas también como lecturas, abarcando parte de la época estiaje hasta la transición de la época de lluvias, provocando un incremento de la caída de hojas en las trampas, sobre todo cuando la precipitación en la zona era intensa sumándole los vientos que pudo presentar, esto se pudo constatar con la persona comunitaria encargada del transporte al sitio experimental y también se pudo observar un exceso de humedad en las hojas y redes.

Ambas especies poseen un follaje perennifolio por lo que se mantiene siempre verdes y en constante producción de hojas durante todo el año. Para la especie Mangle, de acuerdo a su fenología, la caída de hojas alcanza su nivel máximo en verano, cuando las temperaturas en los niveles de radiación son más altos y para el Chicozapote la capacidad de fotosíntesis de las hojas es baja pero se encuentra dentro de las especies perennes. Por lo tanto al poseer ambas especies una producción constante de hojas durante todo el año, la caída de estas misma estuvo afectada por factores climáticos como la lluvia y el viento que estuvieron presentes en el experimento 1 por lo que fue determinante en el proceso de investigación.

10.2. Determinación de bienes y servicios ambientales

Identificación de bienes y servicios ambientales que aporta el bosque natural y el sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) y la especie asociada Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen), Figura 9.

10.2.1. Resultados de los talleres participativos

La encuesta realizada abordó preguntas sobre las implicaciones socioeconómicas y ambientales relacionadas al ecosistema manglar y la(s) especie(s) asociada(s) que son aprovechadas por las comunidades de la zona, con la finalidad de identificar los bienes y servicios ambientales.



Figura 10. Taller participativo con miembros de la mesa del Mangle. Elaboración propia.

Como resultado se obtuvieron las siguientes respuestas del grupo participativo:

Implicaciones socioeconómicas

En la comunidad, existen paseos recreativos, anclaje de veleros y actividades turísticas organizadas?

- Existe cierto interés por la importancia del medio ambiente.
- Como institución o comité, hace 4 años no se tenían ideas para el desarrollo económico.
- Trabajos con el mangle, paseo en el sendero del mangle.
- Comunidad de Cayo Quemado, prestan el servicio de transporte por lancha para turistas para lugares de la zona.
- Aporte de la marina para desarrollo de la comunidad.
- La Angostura, directamente no hay un sitio turístico establecido, por lo que no existe algún beneficio de la actividad turística.
- No cuentan con un transporte comunitario para actividades turísticas.
- Barra Lámpara, centro turístico, balneario río Tatín, afluencia de turistas, asociación privada también percibe beneficio del turismo.

Existen restaurantes y hostales ecológicos que interactúen con las zonas de mangle?

- Comunidad La Angostura, cuenta con restaurante familiar.
- Cayo Quemado, restaurante de un grupo establecido y conformado por 22 personas, beneficiando por trabajo a mujeres y para la marina que ofrece fuentes de trabajo para los hombres.
- Barra Lámpara, 4 restaurantes, y hoteles, sin embargo, la mayoría son privados.

Existen en proceso de planificación y/o ejecución programas y/o proyectos de conservación de flora y fauna?

- Cayo Quemado cuenta con dos programas en ejecución, La Isla de Pájaro; los programas o proyectos están enfocados a la conservación, protección y monitoreo de la zona, por otra parte se pretende establecer un lugar turístico con mejores condiciones.

- Cuentan con una organización a nivel comunitario, realizan actividades de recuperación del bosque, de reforestación del mangle en la comunidad Cayo Quemado.
- Se tiene contemplado promover e impulsar un proyecto de recolección de basura.
- Se tiene contemplado un nuevo proyecto de reforestación de Mangle.
- El apoyo de extranjeros en los proyectos de reforestación de mangle es frecuente.
- La Angostura, la reforestación que se tiene es privada.
- Existe una propuesta de conservación en el área privada.
- Barra Lámpara, existe pérdida de cobertura de mangle, por lo que se contempla proyecto de siembra y recuperación de mangle.

Se hace uso y aprovechamiento de mangle?, ejemplo: corte de mangle para uso energético.

- Barra Lámpara, corte de raíces para muebles por miembros de comunidad, no existe un comercio organizado. Hay interés de concientización por la importancia del bosque natural.
- Cayo Quemado, no se hace uso del mangle, únicamente se hace uso de ramas para vivero, se tiene un aprovechamiento como vivero natural.
- La Angostura, no se hace uso del mangle.

Se desarrollan actividades de pesca en el sistema manglar y Río Dulce?

- La Angostura, si existe relación y beneficio para las actividades de pesca, ya que el sistema manglar funciona como refugio y zona de reproducción de peces, como el robalo y la mojarra.
- Cayo Quemado, existe una directiva de pescadores, sin embargo, los pescadores son independientes y no se respetan las temporadas de veda. Se usan diferentes herramientas para la pesca. La pesca es considerada como una alternativa ya que se inclinan por otras fuentes de trabajo, ejemplo: en chalets.

Implicaciones ambientales

Existen registros históricos del comportamiento del mangle como respuesta a la interacción antrópica y del medio ambiente, a nivel comunitario?

- La Angostura, históricamente había más cobertura de mangle, y se consideran dos factores negativos en la disminución del mangle, el primero son las construcciones y el otro el oleaje de embarcaciones grandes que transitan la zona.
- Cayo Quemado, se presenta el mismo escenario que en La Angostura y si hubo reducción del mangle pero no fue tan drástica.
- Barra Lámpara, el oleaje de embarcaciones provoca daño al mangle.

Se tiene conocimiento de las interacciones del sistema manglar con las especies forestales asociadas?

- Cayo Quemado, beneficio y servicio ambiental para un equilibrio de la flora, ofrece protección a otras especies.
- La Angostura, protección del recurso bosque para uso y aprovechamiento de la población.
- Barra Lámpara, reforestación por incentivos forestales.

Existen programas o proyectos tendientes al subsidio de la preservación del sistema manglar?

- A nivel particular los incentivos forestales por parte del CONAP.
- En Cayo Quemado no se da esta tendencia, solamente hay ganado.

Otros beneficios o problemas ambientales

- En Barra Lámpara se tiene el problema con los desechos sólidos, ya que no existe un manejo adecuado de la basura a nivel comunitario.

10.2.2. Taller de “mapeo participativo”

Para este taller realizado los resultados se representan en mapas de imágenes satelitales de Google Earth del año 2017 de las áreas de estudio, identificando los bienes y servicios ambientales del territorio, marcados por un grupo de la aldea La Angostura y otro de Cayo Quemado, Figura 11.



Figura 11. Taller de “mapeo participativo” con miembros de La Angostura y Cayo Quemado.
Elaboración propia.



Figura 12. Identificación de bienes y servicios ambientales de la aldea La Angostura en taller participativo.

Dentro de los bienes y servicios ambientales identificados del área de estudio por el grupo participativo están los siguientes:

Tabla 13. Bienes y servicios ambientales en La Angostura.

Bienes y servicios ambientales identificados en aldea La Angostura	
Bien	Servicio
Madera para construcción	Área de pesca
Área de leña	Área turística
Área de plantas medicinales	Área de agricultura
Área de animales para consumo	Área de belleza escénica
	Área de reproducción y crecimiento de especies
	Transporte acuático

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar estos son los principales bienes y servicios ambientales identificados para la aldea La Angostura, respectivamente categorizados, de los cuales la mayor parte de la población se ha beneficiado para su subsistencia. Por lo que se elaboró un mapa temático de ubicación de los bienes y servicios ambientales para esta comunidad, ver Figura 13.

De la misma manera se identificaron los bienes y servicios ambientales para la aldea Cayo Quemado en el taller, Figura 14.

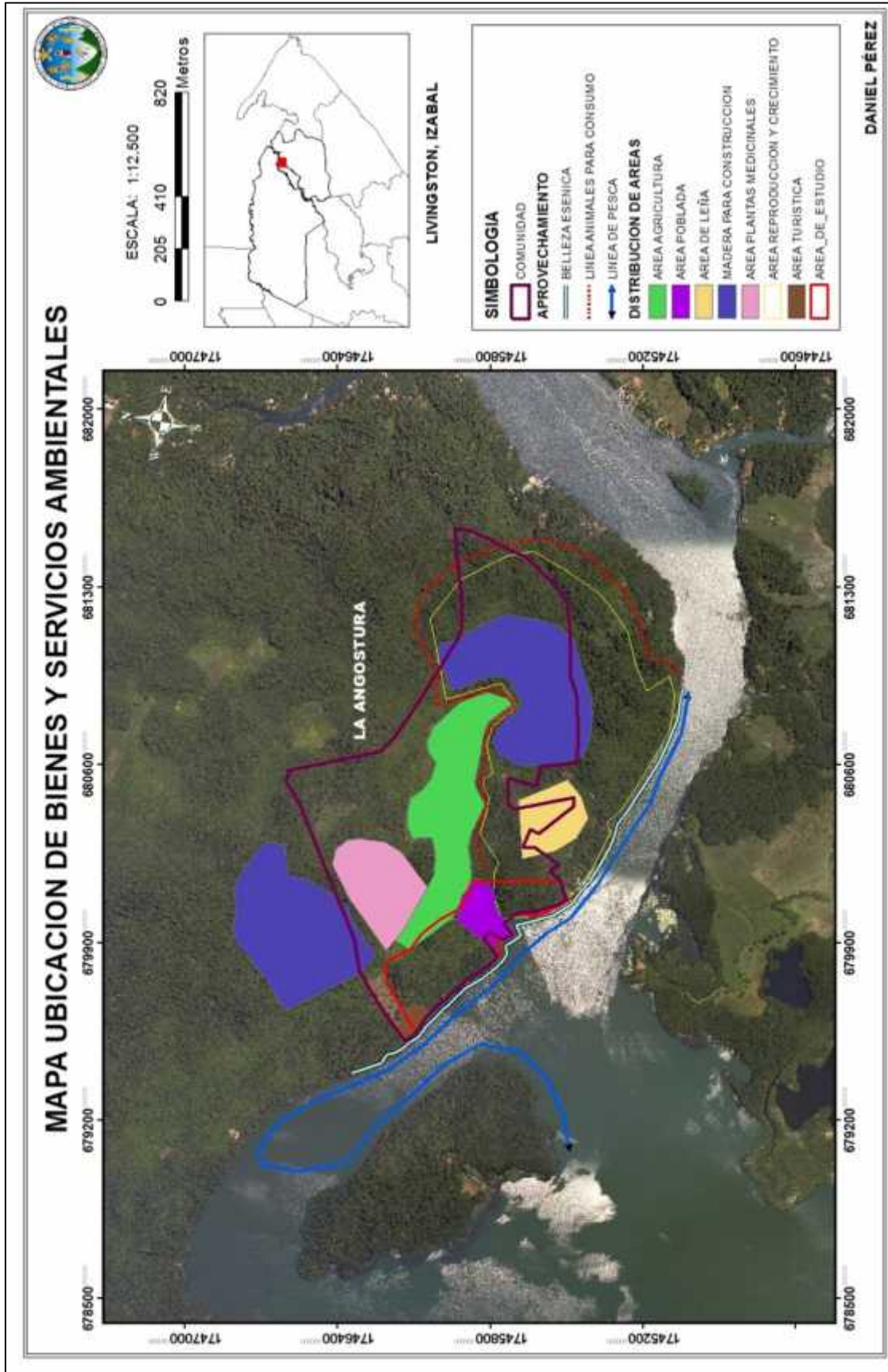


Figura 13. Mapa de ubicación de bienes y servicios ambientales aldea La Angostura. Elaboración propia.

Mapa de ubicación Cayo Quemado



Figura 14. Identificación de bienes y servicios ambientales de la aldea Cayo Quemado en taller participativo.

Para el área de estudio de Cayo Quemado se identificaron los siguientes:

Tabla 14. Bienes y servicios ambientales de Cayo Quemado.

Bienes y servicios ambientales identificados en aldea Cayo Quemado	
Bien	Servicio
Zonas de leña y madera	Área de pesca
Área de plantas medicinales	Zonas de belleza escénica
Zonas de plantas y frutas	Protección de biodiversidad

Fuente: elaboración propia.

Principalmente los bienes y servicios ambientales de la tabla anterior son los más relevantes para la comunidad de donde han obtenido beneficios, considerando que la aldea Cayo Quemado es uno de los puntos turísticos más reconocidos de la zona, en donde está presente la dinámica socioeconómica y ambiental que promueve un desarrollo continuo. Por lo que también se elaboró un mapa temático de ubicación de los bienes y servicios ambientales de la comunidad, ver Figura 15.

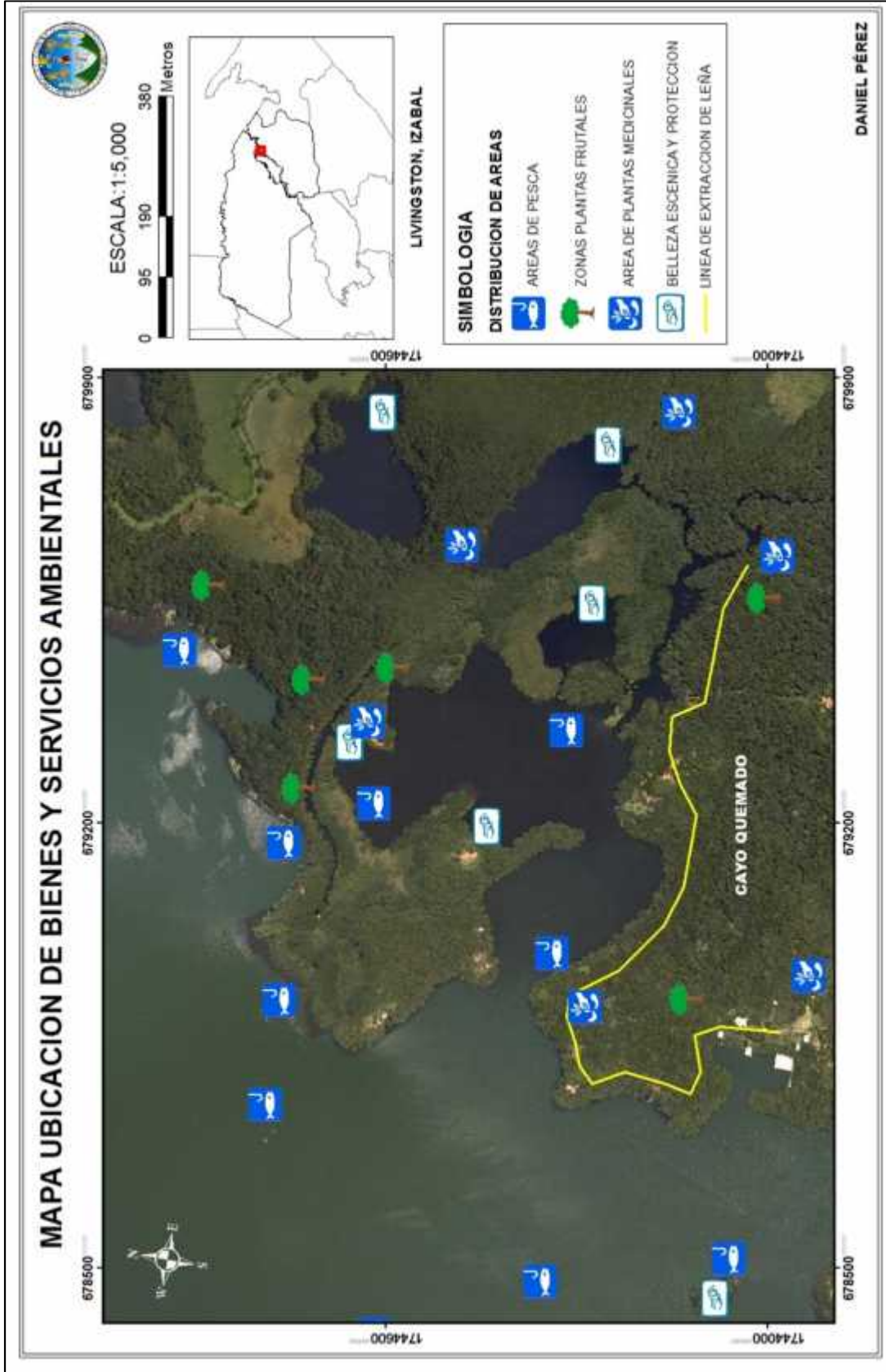


Figura 15. Mapa de ubicación de bienes y servicios ambientales aldea Cayo Quemado. Elaboración propia.

11. CONCLUSIONES

11.1. El contenido de carbono aportado por la hojarasca para la especie Mangle (*Rhizophora mangle* L.) fue de 0.145348 tC/ha y para la especie Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) fue de 0.586464 tC/ha. La suma de ambos contenidos da un total de 0.731812 tC/ha.

11.2. La cuantificación de contenido de carbono almacenado en el suelo por descomposición y aporte de hojarasca de la especie Mangle fue de 0.0355221 tC/ha y para la especie asociada Chicozapote fue de 0.1946726 tC/ha.

11.3. El porcentaje de materia orgánica del suelo fue de 40.83 y 22.74 para Mangle y Chicozapote respectivamente. La suma total de carbono almacenado en el suelo entre ambas especies fue de 0.2301947 tC/ha.

11.4. Según los resultados procesados de laboratorio y la aplicación de ecuaciones respectivas, podemos afirmar que la especie Mangle contiene y almacena mayor tC/ha. con respecto a la especie asociada Chicozapote, considerando que en un escenario ambas especies presentarían un área de cobertura equivalente.

11.5. Los bienes y servicios ambientales identificados que aporta el ecosistema Mangle y Chicozapote a las zonas asociadas al estudio, La Angostura y Cayo Quemado, fueron:

- Para La Angostura, en bienes fue madera para construcción, leña, plantas medicinales y animales para consumo, y en servicios fueron áreas de pesca, área turística, áreas de agricultura, áreas de belleza escénica y áreas de reproducción y crecimiento de especies; así como el transporte acuático que genera el río.
- Para Cayo Quemado, en bienes fue zonas de leña y madera, plantas medicinales, zonas de plantas y frutas, y en servicios áreas de pesca, zonas de belleza escénica y protección de biodiversidad.

Considerando que para ambas áreas de cada comunidad existen puntos específicos en donde los comunitarios pueden encontrar estos bienes y servicios ambientales que son aprovechados por la población en general de la zona.

11.6. En la entrevista de grupo, las comunidades estudiadas dentro de sus implicaciones socioeconómicas y ambientales, presentan una dinámica activa en el aprovechamiento de los recursos naturales de la zona, desde los ingresos económicos por restaurantes, hoteles, paseos turísticos y trabajos de guardianía hasta proyectos de protección, conservación y recuperación de los recursos forestales.

11.7. El sistema Manglar (*Rhizophora mangle* L.) presenta un aspecto importante y con efectos adversos sobre este mismo, el cual es el oleaje de embarcaciones grandes (yates, lanchas de lujo) que transitan la zona y que provocan el arranque de los propágulos de Mangle repercutiendo en la regeneración natural, manifestado por los comunitarios.

12. RECOMENDACIONES

12.1. Promover una coordinación más eficiente entre las comunidades y las instituciones responsables de la tutela del medio ambiente y comprometidas con el mismo a través de proyectos de reforestación y conservación, para contribuir al aumento de carbono fijado en el ecosistema Manglar, especies asociadas y sistema edáfico de la aldea La Angostura, Livingston, Izabal.

12.2. Proponer profundizar más en la importancia de los bienes ambientales de la zona de estudio a través de la realización de un diagnóstico EPIR (Estado, Presión, Impacto Respuesta); que nos dé más datos para la cuantificación y cualificación de la importancia de los bienes y servicios ambientales.

12.3. Realizar procesos de incorporación de las comunidades a un plan de desarrollo sostenible a nivel comunitario, para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales de zona, así como los bienes y servicios ambientales que estos aportan al beneficio de la población que mejoran sus condiciones de vida.

12.4. Mejorar la técnica de recolección de hojarasca en campo, con respecto a las trampas establecidas, en donde debe tener un amarre fuerte y seguro de las redes y modificar el diseño de la captura de estas mismas para evitar el efecto del viento y la lluvia, en este tipo de zonas marino costeras.

12.5. Establecer un manejo adecuado en el uso y aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales, moderando la extracción de leña y madera para construcción, ejecutando actividades comunitarias de recuperación forestal y respetando las zonas y época de veda.

12.6. Sensibilizar a la población comunitaria sobre la importancia de no contaminar el ambiente en el cual se encuentra el ecosistema Manglar y otras especies asociadas, en el manejo del recurso hídrico y suelo, así como evitar la modificación paisajística natural de la zona.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceituno Caal, M. A., Cifuentes Figueroa, C. A., Cojom Pac, J. I. & Bosarreyes Ch, A. R. (2016). “Estimación del contenido de carbono en el componente arbóreo del ecosistema manglar en el pacífico de Guatemala”. (Proyecto de investigación, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Programación de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Diplomado Iniciativas REDD+ con énfasis en MRV y Salvaguardas). Guatemala, pp. 22.
- Acosta-Mireles, M., Vargas-Hernández, J., Velázquez-Martínez, A. & Etchevers-Barra, J. D. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia*, vol. 36, núm. (6), 725-736.
- Astudillo Moya, M. & Paniagua Ballinas, J. F., colaborador. (2012). *Fundamentos de economía*. México: Universidad Autónoma de México –UNAM–, Instituto de Investigaciones Económicas: Probooks, pp. 192.
- Brown, S. & Lugo, A. E. (1981). The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica*, 14, (3), 161-187.
- Castellanos, E. J., Quilo A. & Mato Amboage, R. (2010). *Metodología para la estimación del contenido de carbono en bosques y sistemas agroforestales de Guatemala*. Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala y CARE-Guatemala. Guatemala, pp. 29.
- Centro Universitario de Izabal & Universidad Mariano Gálvez Cunizab-UMG. (2016). *Plan de Desarrollo Comunitario Cayo Quemado, Livingston, Izabal*. Guatemala, pp. 50.
- Cintrón, G. & Schaeffer-Novelli, Y. (1981). Roteiro para estudio dos recursos de marismas e manguezais. *Int. Oceanog. Sao Paulo*, 10, 1-13.
- Congreso de la República de Guatemala. (11 de Julio de 2016). Artículo 3 [Título II]. *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*. [Acuerdo gubernativo núm. 137-2016].
- Congreso de la República de Guatemala. (29 de Octubre de 1996). Artículo 1 [Capítulo I]. *Ley para el Aprovechamiento y Comercialización del Chicle y para la Protección del Árbol del Chicozapote*. [Ley decreto núm. 99-96].

- Congreso de la República de Guatemala. (4 de Octubre de 2013). Artículo 5 [Capítulo I]. *Ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero*. [Ley decreto núm. 7-2013].
- Congreso de la República de Guatemala. (7 de Febrero de 1989). Ley de Áreas Protegidas. [Ley decreto núm. 4-89].
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP– & Fondo Nacional para la Conservación –Fonacon–. (2004). *Plan Maestro 2005-2010 Parque Nacional Río Dulce*. Guatemala, pp. 157.
- CONAP & Instituto Nacional de Bosques –INAB–. (2014). *Plan de Manejo para Bosques Naturales con Fines de Protección, Parque Nacional Río Dulce, Aldea Cayo Quemado, Livingston, Izabal*. Guatemala. pp. 20.
- CONAP. (2015). *Plan Maestro Parque Nacional Río Dulce (PNRD) segunda actualización*. Pendiente de publicación. Guatemala, pp. 261.
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional –Ramsar–. (2002). *Resolución VIII.32 Conservación, manejo integral y uso sostenible de los ecosistemas de manglar y sus recursos*. España, pp 4. Recuperado de <http://www.ramsar.org>.
- Cordero Pérez, P., Córdoba Muñoz, R. & Solano Castro, F. (2000). *En Defensa del Manglar, experiencias del proyecto: “Aprovechamiento sostenible de los recursos asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala”*. Gobierno de Noruega; UICN, Unión Mundial para la Naturaleza (Área Temática de Humedales y Zonas Costeras); UE, Unión Europea; INAB, Instituto Nacional de Bosques de Guatemala. Costa Rica, pp. 40.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos –USDA–. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Estados Unidos, pp. 82.
- Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación –Fundaecco–. (2002). *Hacia la constitución y consolidación del corredor biológico marino-costero costa sur-canal de Chiquimulilla*. Guatemala, pp. 22.
- García Chacón, P. J., Franco Arenales, I., García Vargas, J. F. & Montiel Montenegro, A. J. (2012). *Análisis Funcional de los manglares achaparrados del Ecosistema Río Sarstún en el Caribe*

de Guatemala. (Dirección general de investigación, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, informe final proyecto de investigación). Universidad de San Carlos de Guatemala, pp. 66.

Hernández, M. E. (2010). Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Chapingo, México, *Terra Latinoamericana*, 28, (2), 139-147.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente –IARNA–, Universidad Rafael Landívar –URL–, IARNA-URL. (2004). *Perfil Ambiental de Guatemala 2004*. Guatemala, pp. 433.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente –IARNA–, Universidad Rafael Landívar –URL–, IARNA-URL. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Guatemala, pp. 440.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente –IARNA–, Universidad Rafael Landívar –URL– y asociación Instituto de Incidencia Ambiental –IIA–. (2006). *Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental*. Guatemala, pp. 250.

Instituto Nacional de Bosques -INAB-. (1998). *Reglamento para el Aprovechamiento del Mangle*. [Resolución núm. 01.25.98]. Guatemala, pp. 6.

Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC–. (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. Hayama, Japon. Recuperado http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html.

Jiménez, J. A. (1999). *Ambiente, distribución y características estructurales en los Manglares del Pacífico de Centro América: contrastes climáticos*, pp. 51-70. In: Yáñez–Arancibia, A. y A. L. Lara–Domínguez (eds.). *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA, pp. 380.

Keeley, M. A. (1999). *Los maravillosos Manglares de Guatemala*. (Marvelous Mangroves por: Mangrove Action Project, publicado por el Departamento de Educación de las Islas Cayman, España). Guatemala, pp. 31.

- Lozano-Torres, Y. (2007). Los sumideros de carbono: Un análisis de la potencialidad económica en un bosque de manglar del pacífico colombiano. Universidad del Valle Cali, Colombia. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, núm. 6, 82-92.
- Lugo, A. E. (1999). *Mangrove ecosystem research with emphasis on nutrient cycling*, pp. 17-38. In: Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA, pp. 380.
- Martínez, E., Fuentes, J. P. & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. Universidad de Chile. Chile. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8, (1), 68-96.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–, Plan Acción Forestal para Guatemala –PAFG–, Programa Bosques, Árboles y Comunidades Rurales de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FTPP/FAO– & Consultores para el Desarrollo Rural Sostenible –CODERSA–. (1999). *El diagnóstico rural participativo para el análisis de género*. Análisis de género y desarrollo forestal – Manual de capacitación y aplicación. Guatemala, pp. 116.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN–. (2013). *Informe técnico: Estudio de la cobertura de mangle en la República de Guatemala*. Guatemala, vi + pp. 54.
- MARN. (2015). *Informe final: Diagnóstico del marco jurídico ambiental guatemalteco en los temas de derechos de propiedad sobre bienes y servicios ambientales y elementos de cambio climático vinculados a REDD+ en el marco del decreto núm. 7-2013*. Guatemala, pp. 105.
- Moreno-May, G. J., Cerón-Bretón, J. G., Cerón-Bretón, R. M., Guerra-Santos, J. J., Amador del Ángel, L. E. & Endañú-Huerta, E. (2010). Estimación del potencial de captura de carbono en suelos de manglar de isla del Carmen. Universidad Autónoma del Carmen, *Tecnociencia*, 4, (1), 23-29.
- Orihuela-Belmonte, D. E., Tovilla-Hernández, C., M.-Vester, H. F. & Álvarez-Legorreta, T. (2004). Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. Instituto de Ecología, A. C. México. *Maderas y Bosques*, 10, (Es2), 45-61.

- Ramsar. (2013). *Manual de la convención de Ramsar: Guía a la convención sobre los humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. 6a. ed. Suiza: Secretaria de la convención de Ramasar, Gland. pp. 116.
- Rosell, R. A. (1999). *Materia orgánica, fertilidad de suelos y productividad de cultivos*. Proceed. XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón, Chile.
- Sanjurjo Rivera, E. & Welsh Casas, S. (2005). Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal, México. *Gaceta Ecológica*, 74, 55-68.
- Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia –Segeplan–. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal Livingston, Izabal*. Guatemala: Dirección de Planificación Territorial. pp. 94.
- Trópico Verde. (2006). *Manglares en Guatemala*. Guatemala. Recuperado de http://www.tropicoverde.org/Proyecto_TV/doc_pdf/Boletin%20El%20Manglar.pdf.
- Walkley, A. & Black, I. (1933). An examination of degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37, (1), 29-38.
- Yáñez-Arancibia, A. & Lara-Domínguez, A. L. (1999). Los Manglares de América Latina En la Encrucijada. En Yáñez-Arancibia, A. & Lara-Domínguez, A. L., *Ecosistemas de Manglar en América Tropical* (pp. 9-16). Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA / NMFS Silver Spring MD USA. pp. 380.

14. APÉNDICE

Apéndice A. Boleta para taller participativo.

Taller Participativo

Implicaciones socioeconómicas y ambientales del sistema manglar Río Dulce
Caso de estudio: Aldeas Cayo Quemado y La Angostura, Livingston, Izabal

Instrucciones: Las siguientes preguntas deberán en el intercambio de ideas con los miembros de la mesa del mangle, encontrar respuesta por comunidad, y en forma regional.

1) Implicaciones socioeconómicas

- a) En la comunidad, existen paseos recreativos, anclaje de veleros y actividades turísticas organizadas? Enumere.
- b) Existen restaurantes y hostales ecológicos que interactúen con las zonas de mangle?
- c) Existen en proceso de planificación y/o ejecución programas y/o proyectos de conservación de flora y fauna?
- d) Se realiza uso y aprovechamiento de mangle; ejemplo corte de mangle para fines múltiples. Enumere.
- e) Se desarrollan actividades de pesca en el sistema manglar y Río Dulce?
- f) Existe alguna otra actividad económica producto del uso del sistema del mangle.

2) Implicaciones ambientales

- a) Existen registros históricos del comportamiento del mangle como respuesta a la interacción antrópica y del medio ambiente, a nivel comunitario?
- b) Existen proyectos y/o programas de conservación o reforestación de las zonas de mangle?
- c) Se tiene conocimiento de las interacciones del sistema manglar con las especies forestales asociadas.
- d) Existen programas o proyectos tendientes al subsidio de la preservación del sistema manglar?
- e) Existe pérdida de biodiversidad en el bosque natural de la zona costera relacionada con el sistema manglar?
- f) Existe algún beneficio obtenido directa o indirecto del sistema manglar en los procesos ecológicos como control de plagas, la formación del suelo o la depuración del agua?

Apéndice B. Resultados de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía

INTERESADO: Eddi Vanegas Chacón

PROCEDENCIA: Livingston, Izabal.

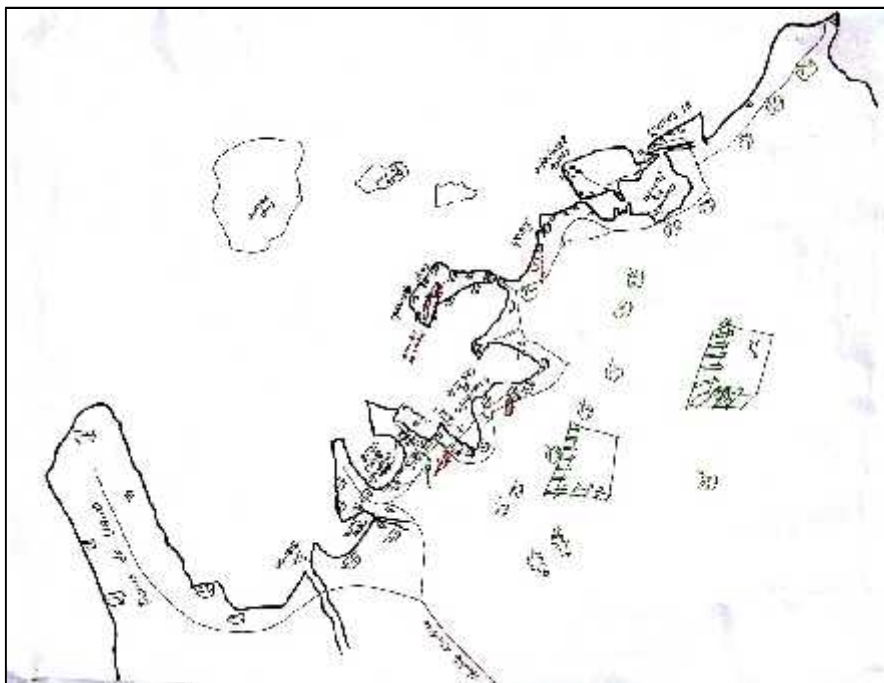
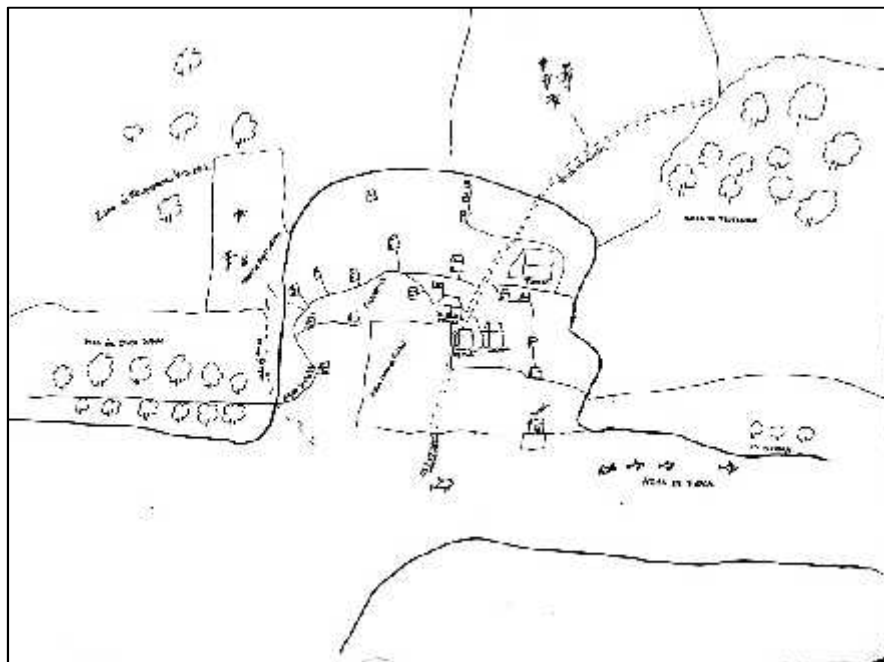
FECHA DE INGRESO: 25/05/2017

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

IDENTIFICACION		pH	$\mu\text{S/cm}$ C.E	meq/100 gr Al+H	%	
					M.O.	N
		6-6.5	1500-2000	<0.8	4-5	0.3-0.4
M-1	CHICO R1	6.3	1,150.0	0.20	21.97	1.43
M-2	CHICO R2	6.2	842.5	0.20	25.63	1.40
M-3	CHICO R3	6.0	812.0	0.20	20.63	1.08
M-4	MANGLE R1	5.8	869.0	0.10	50.59	2.18
M-5	MANGLE R2	6.0	1,720.0	0.00	27.96	1.96
M-6	MANGLE R3	5.3	1,740.0	0.00	43.93	1.79

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –FAUSAC–.

Apéndice C. Mapas de la comunidad elaborados en el taller.



Apéndice D. Listado de asistencia de participantes.



TALLER DE MAPEO PARTICIPATIVO

Listado de participantes

No.	Nombre	Comunidad	Teléfono	Firma
1	Jorge León Galán	Cayo Quemado		Jorge Plumbeto
2	Enma Yuliana León Ramírez	Cayo Quemado	5385.8118	[Firma]
3	Nelson Luis Paal	La Angostura	46785150	[Firma]
4	Néstor Carrillo	Cayo Quemado	3215-7210	Néstor Carrillo
5	Edgar Daniel Pérez Moroy		4213-1570	[Firma]
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				