

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



PLAN DE MANEJO DE LA SUB-CUENCA LOS VADOS CON ÉNFASIS EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2016; Y DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL LAS FLORES.

LESTER FELIPE LEIVA VELÁSQUEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PLAN DE MANEJO DE LA SUB-CUENCA LOS VADOS CON ÉNFASIS EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2016

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

LESTER FELIPE LEIVA VELÁSQUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL II	Ing. Agr. M.A. Cesar Linneo García Contreras
VOCAL III	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	Perito Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL V	Perito C. Neydi Yasmine Juracán Morales
SECRETARIO ACADÉMICO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, noviembre de 2017



Guatemala, noviembre de 2017

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

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación “PLAN DE MANEJO DE LA SUB-CUENCA LOS VADOS CON ÉNFASIS EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2016”.

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

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

---

Lester Felipe Leiva Velásquez



## ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS:** Por ser indispensable en la vida de cada ser humano y por siempre guiarme en el camino correcto para poder consolidar mis sueños, mis metas y anhelos.
- MIS PADRES:** A mi madre, Suyapa Lizel Velásquez Rodríguez, una fuente de enseñanza de valores y principios pero sobre todo un gran amor a mi persona que siempre nos enseñó que nunca es tarde para alcanzar nuestros sueños; a mi padre Luis Felipe Leiva Villalta un ejemplo de lucha y superación, que con disciplina y amor me enseñó a mis hermanos y a mí que todo puede alcanzarse y que hay que disfrutarlo.
- MIS HERMANOS:** Lhess Leiva, Nills Leiva, Levin Leiva; Por su ejemplo de superación personal de diferentes maneras, por ser los compañeros de niñez ideales y ser siempre una motivación extra en cada etapa de mi vida.
- MIS AMIGOS:** Huguito, Charly, Kenneth, Maco, Amy, Susy, Barbarita, Wally, Andreita, Mario, Roco, Laura Zuleta, Cata, Ale Pérez, Emi, Abner, Dany y Nancy; por su apoyo en su momento y vivir esta bonita experiencia universitaria juntos.
- ALEJANDRA BURGOS** Por su apoyo, confianza, cariño y motivación en esta etapa, con mucho cariño.



## AGRADECIMIENTOS

**MI CASA DE ESTUDIOS** Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser una escuela de vida, de aprendizaje y el lugar donde se conocen las personas más importantes de la vida de un sancarlista.

### COLEGIO SALESIANO DON BOSCO

Por ser mi alma mater, donde di mis primeros pasos y logros académicos, donde se aprenden principios y valores para toda la vida, 11 años junto a mi promoción LXI; “Creed en María Auxiliadora y sabrás lo que son los milagros.”

**A MI SUPERVISOR:** Ing. Agr. Pedro Peláez por confiar en mí en todo el proceso formativo del EPS, por su paciencia y su dedicación en fortalecer a los estudiantes para ser profesionales de éxito, un ejemplo a seguir.

**MI PADRINO** Ingeniero Waldemar Nufio por su amistad desde el inicio de mi carrera, por su invaluable forma de ser, una persona íntegra y sincera.

**MI ASESOR:** Ing. Agr. Marvin Salguero por su apoyo en la consecución de este documento y de su apoyo en la etapa final de formación.

### A MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL LAS FLORES

: Especialmente al alcalde municipal Roberto de Jesús Pivaral y Pivaral, por aceptar el reto de la mejora de los recursos naturales del municipio, su sinceridad y amistad. Al licenciado Eli de Jesús Aquino Montenegro por su amistad y su apoyo durante el desarrollo del EPS.



## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
RESUMEN.....	XXI
CAPÍTULO I.....	XXV
1.1 PRESENTACIÓN .....	1
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 METODOLOGÍA .....	4
1.5 RESULTADOS .....	6
1.5.1 Mapeo de actores .....	6
1.5.2 Organización municipal.....	8
1.5.3 Análisis FODA.....	10
1.6 CONCLUSIONES .....	12
1.7 RECOMENDACIONES .....	14
1.8 BIBLIOGRAFÍA .....	15
CAPÍTULO II.....	17
2.2 MARCO TEÓRICO.....	21
2.2.1 Marco conceptual.....	21
A. Cuenca hidrográfica.....	21
B. Cuenca hidrológica .....	22
C. Manejo de cuencas hidrográficas .....	22
D. Enfoques básicos de la cuenca como unidad de manejo y gestión de los recursos naturales .....	24
a. La cuenca como sistema .....	24
i. Perímetro de la Cuenca .....	27
ii. Área de la Cuenca.....	28

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
E. Sistemas de clasificación de tierras por capacidad de uso (INAB) .....	28
a. Factores que determinan la capacidad de uso de la tierra .....	29
i. Descripción de las variables y forma de estimarlas .....	30
ii. Categorías de capacidad de uso .....	31
iii. Tierras altas volcánicas .....	31
iv. Matrices de decisión y asignación de categorías de uso .....	32
v. Intensidad de uso de la tierra.....	32
F. Investigación realizada anteriormente relacionada a los recursos naturales de la sub-cuenca “Los Vados” .....	33
G. Procesos de degradación .....	34
H. El diagnóstico participativo .....	40
I. Erosión.....	42
a. Ecuación universal de pérdida de suelos / Ecuación universal de pérdidas de suelos revisada (USLE/RUSLE). .....	42
J. Deforestación.....	43
a. Clasificación supervisada y no supervisada .....	43
2.2.2 Marco referencial .....	45
2.3 OBJETIVOS .....	51
2.3.1 Objetivo General .....	51
2.3.2 Objetivos Específicos.....	51
2.4 METODOLOGÍA .....	52
2.4.1 Caracterización .....	52
A. Información secundaria.....	53
a. Información socioeconómica .....	53
b. Información biofísica .....	58
B. Información cartográfica .....	61
2.4.2 Diagnóstico .....	61
A. Síntesis de la problemática.....	62
B. Desarrollo del diagnóstico rural participativo –DRP .....	62

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
a. Comunidades visitadas.....	63
b. Productos obtenidos de la visita a las comunidades .....	64
C. Análisis de problemáticas .....	67
a. Problemas ambientales a determinar en la sub-cuenca y su cuantificación a nivel municipal. ....	68
i. Deforestación.....	68
ii. Agua potable .....	68
iii. Aguas residuales .....	69
iv. Erosión .....	71
v. Desechos sólidos.....	72
b. Matriz de causas y efectos .....	72
c. Árbol de problemas causas y efectos .....	73
2.4.3 Plan de manejo .....	75
A. Árbol de medios y fines.....	75
B. Evaluación y descripción de acciones priorizadas.....	75
C. Descripción de las acciones priorizadas .....	77
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
2.5.1 Caracterización .....	78
A. Características socioeconómicas .....	78
a. Características demográficas de la población presente en la sub-cuenca Los Vados .....	78
b. Características económicas e índice de calidad de vida de la población presente en la sub-cuenca Los Vados.....	85
c. Características educativas de la población presente en la sub-cuenca Los Vados.....	86
d. Idioma local, costumbres y tradiciones .....	87
e. Características de migraciones (Inmigraciones y emigraciones) de la población presente en la sub-cuenca Los Vados. ....	88

**CONTENIDO****PÁGINA**

g. Organización social, cooperativismo y formas de asociación presentes en la sub-cuenca Los Vados. ....	90
h. Formas de tenencia de tierra en la sub-cuenca Los Vados. ....	92
i. Actividades Productivas en sentido agrícola, forestal, agroforestal, acuícola y ganadera presentes en la sub-cuenca Los Vados. ....	92
j. Industria y agroindustria presente en la sub-cuenca Los Vados. ....	96
k. Artesanía .....	97
l. Turismo.....	98
m. Infraestructura y servicios básicos presentes en las comunidades que comprenden la sub-cuenca Los Vados. ....	98
n. Tecnologías de producción.....	103
o. Información de salud y sanidad pública presente en la sub-cuenca Los Vados. ....	103
B. Características biofísicas .....	104
a. Condiciones meteorológicas presentes en la sub-cuenca Los Vados. ....	104
b. Clasificación climática según Thornthwaite .....	106
c. Zona de vida .....	108
d. Morfometría de la sub cuenca Los Vados.....	110
e. Características taxonómicas de suelos presentes en la sub-cuenca Los Vados.....	114
f. Capacidad de uso de la tierra (Metodología INAB).....	116
g. Uso actual del suelo .....	119
h. Intensidad de uso de la tierra.....	119
i. Cobertura y tipo de vegetación de las áreas boscosas presentes en la sub-cuenca Los Vados. ....	123
2.5.2 Diagnóstico .....	125
A. Síntesis de la situación socioeconómica y biofísica.....	125
B. Diagnóstico rural participativo.....	127
a. Descripción de las comunidades .....	127

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
i. Caserío la Lagunilla .....	127
ii. Caserío Palo Negro .....	127
iii. Aldea Estanzuelas .....	127
iv. Aldea Chan Grande .....	128
v. Caserío el Renacimiento.....	128
vi. Caserío Nuevo amanecer .....	129
vii. Caserío Las Cortinas.....	129
viii. Caserío Las Delicias .....	129
ix. Caserío La Doncellita.....	130
x. Aldea Los Vados.....	130
xi. Caserío el Cielito .....	130
xii. El Volcancito.....	131
xiii. Aldea San Rafaelito.....	131
xiv. Aldea Media Cuesta .....	131
xv. Aldea Las Nueces .....	132
xvi. Aldea Sabana Redonda .....	132
xvii. Aldea Los Planes .....	133
xviii. Aldea La Vega.....	133
xix. Aldea el Copante.....	133
xx. Aldea el Quequexque.....	134
xxi. Aldea el Fucio.....	134
xxii. Aldea el Chanito.....	134
xxiii. Aldea San Juan Bosco .....	135
b. Servicios e infraestructura presente o ausente en las comunidades .....	136
C. Análisis de problemáticas .....	137
a. Identificación de problemas principales .....	137
b. Descripción de problemas principales encontrados en el Municipio de San Rafael Las Flores.....	144
i. Pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico.....	144

**CONTENIDO****PÁGINA**

ii. Dinámica forestal en la sub-cuenca Los Vados y Municipio de San Rafael Las Flores. ....	153
iii. Aguas residuales .....	160
a. Horarios de descarga de aguas residuales.....	160
b. Descripción del tratamiento de Aguas Residuales.....	160
c. Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables.....	164
d. Identificar el cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales....	170
e. Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva...	173
iv. Erosión .....	175
vi. Desechos sólidos.....	178
i. Estudio de la población objetivo .....	179
a) Definición del bien o servicio ambiental .....	180
b) Análisis de la demanda.....	180
c) Descripción de la demanda .....	180
D. Matriz de causa y efectos .....	192
a. Pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico en el municipio de San Rafael Las Flores.....	192
b. Contaminación por desechos sólidos en el municipio de San Rafael Las Flores .....	193
c. Mala planificación del uso de la tierra, San Rafael Las Flores.....	194
d. Deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental .....	195
E. Árbol de problemas (causas y efectos).....	196
2.5.3 Plan de Manejo .....	197
A. Árbol de medios y fines .....	197
B. Evaluación y descripción de acciones prioritarias de los ejes.....	198
C. Descripción de las acciones priorizadas .....	203
a. Promover procesos de restauración ecológica participativa .....	203

**CONTENIDO****PÁGINA**

i. Descripción general del proceso de restauración ecológica participativa .....	204
b. Introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades con mayor demanda de leña para consumo energético.....	206
ii. Descripción general del proceso de implementación de estufas ahorradoras de leña. ....	208
c. Construcción de tanques para almacenamiento de agua (Cosecha de lluvia) .....	209
iii. Descripción general del proceso de implementación de tanques de almacenamiento de agua de lluvia (cosecha de agua).....	211
d. Construcción de planta de tratamiento de desechos sólidos .....	212
iv. Descripción general para la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos. ....	213
e. Implementación de planta potabilizadora para pozo mecánico las piscinas, casco urbano, San Rafael Las Flores .....	214
v. Descripción general de implementación de planta potabilizadora. ....	215
f. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	216
g. Elaboración e implementación de plan de ordenamiento territorial .....	217
h. Elaboración del plan municipal de gestión integral de desechos y residuos sólidos.....	219
i. Elaboración de estudio técnico de aguas residuales del municipio de San Rafael Las Flores.....	220
j. Elaboración de política ambiental del municipio de San Rafael Las Flores. ....	222
k. Desarrollo de ruta eco-turística para desarrollar el desarrollo económico y ambiental. ....	224
l. Programa de capacitación permanente para caficultores .....	225
m. Programa de capacitación permanente para productores de hortalizas y legumbres. ....	226
n. Protección de ecosistemas naturales .....	228
o. Generación de estudios de capacidad de uso de la tierra. ....	229
p. Inventariar y diagnosticar basureros autorizados y no autorizados .....	231

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
q. Implementación de basureros separativos en casco urbano y calles principales de comunidades .....	231
r. Construcción de relleno sanitario formal para el municipio de San Rafael Las Flores .....	232
s. Capacitación al tren de aseo para separación inicial de la basura. ....	232
t. Compra de nuevo camión recolector para cubrir la demanda de toda la población. ....	232
p. Establecimiento de programas de educación social y ambiental en colegios y escuelas.....	233
q. Educación social dirigida a comunidades a través de COCODES .....	233
r. Implementación de contadores de agua potable .....	233
s. Realización de estudio hidrogeológico para determinar las causas de la presencia de arsénico en el agua. ....	234
D. Flujograma de efectivo y plan de acción de proyectos .....	235
2.6 CONCLUSIONES .....	237
2.7 RECOMENDACIONES .....	240
2.8 BIBLIOGRAFIA .....	241
CAPÍTULO III .....	243
3.1 PRESENTACIÓN.....	245
3.2 SERVICIO #1, EDUCACIÓN AMBIENTAL EN ESCUELAS DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA. ....	246
3.2.1 OBJETIVOS.....	248
A. Objetivo General.....	248
3.2.2 METODOLOGÍA .....	248
3.2.3 RESULTADOS.....	252
A. Resultados esperados .....	252
B. Metas esperadas .....	252
C. Indicadores .....	252

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
D. Resultados obtenidos .....	253
3.2.3 EVALUACIÓN .....	254
A. Resultados esperados .....	254
B. Metas esperadas .....	254
C. Indicadores .....	254
3.3 SERVICIO #2, IMPLEMENTACIÓN DE BIBLIOTECA MUNICIPAL, SAN RAFAEL LAS FLORES, 2016.....	255
3.3.1 OBJETIVOS.....	256
A. Objetivo general .....	256
3.3.2 METODOLOGÍA .....	258
3.3.3 RESULTADOS.....	259
A. Resultados esperados, metas esperadas e indicadores.....	259
B. Resultados obtenidos .....	260
3.3.4 EVALUACIÓN.....	260
3.4 CREACIÓN DE LA UNIDAD DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL Y AMBIENTAL, SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA 2016 .....	261
3.4.2 OBJETIVOS.....	263
A. Objetivo General.....	263
3.4.3 METODOLOGÍA .....	263
A. Resultados esperados, metas esperadas e indicadores.....	264
B. Resultados obtenidos .....	265
a. Organización de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental .....	265
b. Funciones, atribuciones de puestos de trabajo.....	266
i. Atribuciones encargado de Unidad desarrollo Económico Local –Ambiental- (UDELA). .....	266
ii. Perfil del puesto, Encargado de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental.....	268
iii. Atribuciones asistentes de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental..	269
iv. Perfil asistente de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental .....	270

**CONTENIDO****PÁGINA**

v. Atribuciones de la secretaria de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental.....	270
vi. Perfil asistente de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental .....	271
c. Acta de creación de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental.....	272
d. Acta de creación de cargo de encargado de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental .....	273
3.5 BIBLIOGRAFÍA .....	274

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Unidades, oficinas y direcciones con cantidad de integrantes, municipalidad de San Rafael Las Flores. ....	8
Cuadro 2. Matriz de capacidad de uso de la tierra “Tierras altas volcánicas” .....	32
Cuadro 3. Algunas actividades antrópicas en las cuencas hidrográficas y sus efectos sobre los recursos naturales .....	38
Cuadro 4. Municipios que comprenden la sub-cuenca Los Vados.....	46
Cuadro 5. Distancia a los centros poblados desde el casco urbano de San Rafael Las Flores.....	47
Cuadro 6. Matriz de evaluación en comunidades de la sub-cuenca .....	65
Cuadro 7. Ejemplo de matriz de identificación de problemas ambientales más frecuentes en las comunidades de San Rafael Las Flores.....	67
Cuadro 8. Ejemplo de matriz de causas-efectos.....	72
Cuadro 9. Matriz para obtención de acciones priorizadas .....	76
Cuadro 10. Matriz de marco lógico para acciones priorizadas.....	77
Cuadro 11. Centros poblados del municipio de San Rafael Las Flores pertenecientes a la sub-cuenca “Los Vados” .....	79
Cuadro 12. Centros poblados del municipio de Mataquescuintla perteneciente a la sub-cuenca “Los Vados” .....	80
Cuadro 13. Centros poblados del municipio de Casillas perteneciente a la sub-cuenca “Los Vados” .....	80
Cuadro 14. Centros poblados del municipio de San Carlos Alzatate perteneciente a la sub-cuenca “Los Vados” .....	81
Cuadro 15. Población por género por municipio dentro de la Sub-cuenca Los Vados.....	81
Cuadro 16. Salarios mensuales y anuales.....	85
Cuadro 17. Porcentaje de pobreza y pobreza extrema para municipios dentro de la sub-cuenca “Los Vados” .....	85
Cuadro 18. Población por nivel de escolaridad en la sub-cuenca “Los Vados.....	87

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 19. Población por nivel de escolaridad en municipio de San Rafael Las Flores.....	87
Cuadro 20. Idiomas predominantes en municipios dentro de la sub-cuenca “Los Vados”.....	88
Cuadro 21. Inmigración por municipio dentro de la sub-cuenca “Los Vados”.....	89
Cuadro 22. Emigración por municipio dentro de sub-cuenca “Los Vados”.....	89
Cuadro 23. Consejos comunitarios de desarrollo del Municipio de San Rafael Las Flores.....	91
Cuadro 24. Índice de Gini en función a la tenencia de la tierra para los municipios presentes en la sub-cuenca “Los Vados”.....	92
Cuadro 25. Principales cultivos del municipio de San Rafael Las Flores.....	94
Cuadro 26. Cobertura educativa por sector y nivel, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.....	102
Cuadro 27. Promedio mensual de temperatura, precipitación y evapotranspiración de los años 2010-2016.....	105
Cuadro 28. Clasificación climática según Thornthwaite.....	106
Cuadro 29. Características de las zonas de vida presentes en la sub-cuenca “Los Vados”.....	108
Cuadro 30. Parámetros morfométricos sub-cuenca Los Vados.....	111
Cuadro 31. Orden de suelos sub-cuencas Los Vados.....	114
Cuadro 32. Descripción de orden, sub-orden y lineamientos de manejo de los suelos dentro de la Sub cuenca.....	115
Cuadro 33. Categorías de capacidad de uso de la tierra dentro de la sub-cuenca.....	116
Cuadro 34. Uso del suelo en sub-cuenca Los Vados.....	119
Cuadro 35. Intensidad de uso de la tierra sub-cuenca Los Vados.....	120
Cuadro 36. Clasificación de áreas boscosas dentro de sub-cuenca Los Vados.....	123
Cuadro 37. Servicios e infraestructura en las comunidades, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.....	136

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 38. Problemas identificados inicialmente en relación a pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico .....	137
Cuadro 39. Problemas identificados inicialmente en relación a contaminación por desechos sólidos.....	139
Cuadro 40. Problemas identificados inicialmente en relación a mala planificación del uso de la tierra en San Rafael Las Flores .....	141
Cuadro 41. Problemas identificados inicialmente en relación a la deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental.....	143
Cuadro 42. Fuentes de abastecimientos de agua potable de comunidades en “Sub-Cuenca Los Vados” .....	144
Cuadro 43. Informe de presencia de arsénico en pozo mecánico “Las Piscinas”, tanque de distribución y grifo domiciliario, San Rafael Las Flores .....	147
Cuadro 44. Informe de presencia de sulfatos en pozo, tanque y grifo domiciliario, Municipio de San Rafael Las Flores.....	150
Cuadro 45. Análisis de aguas parte alta del río, entrada de casco urbano de San Rafael Las Flores .....	151
Cuadro 46. Análisis de aguas parte baja del río, salida casco urbano de San Rafael Las Flores.....	151
Cuadro 47. Dinámica forestal en el municipio de San Rafael Las Flores, 1991-2001, 2006-2016 .....	154
Cuadro 48. . Dinámica forestal sub-cuenca Los Vados, 1991-2001, 2006-2016 .....	155
Cuadro 49. Plantas de tratamiento actuales y proyectadas para el municipio de San Rafael Las Flores .....	162
Cuadro 50. Puntos de muestreo para estudio de aguas residuales, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.....	164
Cuadro 51. Análisis bacteriológicos y físico-químicos realizados.....	165
Cuadro 52. Análisis de metales pesados realizados .....	165

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 53. Caracterización de aguas residuales punto de muestreo “entrada planta cementerio” .....	167
Cuadro 54. Caracterización de aguas residuales punto de muestreo “La Bonanza” .....	168
Cuadro 55. Caracterización de aguas residuales punto de muestreo “El Puenton” .....	169
Cuadro 56. Estimación de población para San Rafael Las Flores 2016 .....	179
Cuadro 57. Cantidad de personas por familia, encuesta de desechos sólidos .....	182
Cuadro 58. Servicio de limpieza pública, encuesta de desechos sólidos.....	183
Cuadro 59. Cantidad de días en recolección, encuesta de desechos sólidos.....	184
Cuadro 60. Recolección informal, encuesta de desechos sólidos.....	185
Cuadro 61. Tipo de material reutilizado en la comunidad. ....	185
Cuadro 62. Destino final de la basura, encuesta desechos sólidos. ....	186
Cuadro 63. Problemas detectados en servicio municipal, encuesta desechos sólidos....	188
Cuadro 64. Reciclaje, encuesta de desechos sólidos .....	188
Cuadro 65. Jornadas de reciclaje, encuesta de desechos sólidos .....	189
Cuadro 66. Pago por recolección de basura, encuesta desechos sólidos .....	189
Cuadro 67. Disposición de pago por mejora del servicio, encuesta de desechos sólidos .....	191
Cuadro 68. Matriz de causas y efectos, “Pérdida de calidad y cantidad del recurso hídrico” en el municipio de San Rafael Las Flores, 2016. ....	192
Cuadro 69. Matriz de causas y efectos “Contaminación por desechos sólidos” municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016. ....	193
Cuadro 70. Matriz de causas y efectos, mala planificación del uso de la tierra, San Rafael Las Flores, 2016 .....	194
Cuadro 71. Matriz de causas y efectos deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental .....	195
Cuadro 72. Descripción de acciones prioritarias eje contaminación por desechos sólidos .....	199

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 73. Evaluación de acciones prioritarias, eje pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico.....	200
Cuadro 74. Evaluación de acciones prioritarias, eje vinculación de entidades gubernamentales y privadas .....	201
Cuadro 75. Evaluación de acciones prioritarias, eje mala planificación del uso de la tierra. ....	202
Cuadro 76. Matriz de marco lógico, Restauración ecológica participativa Sub-Cuenca Los Vados .....	203
Cuadro 77. Introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades con mayor demanda de leña para consumo energético. ....	206
Cuadro 78. Matriz de marco lógico, construcción de tanques para almacenamiento de agua (cosecha de lluvia).....	209
Cuadro 79. Matriz de marco lógico, construcción de planta de tratamiento de desechos sólidos.....	212
Cuadro 80. Matriz de marco lógico, planta potabilizadora pozo mecánico las piscinas ...	214
Cuadro 81. Matriz de marco lógico, construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	216
Cuadro 82, Matriz de marco lógico, elaboración e implementación de plan de ordenamiento territorial .....	217
Cuadro 83. Matriz de marco lógico, plan municipal de gestión integral de desechos y residuos sólidos.....	219
Cuadro 84. Matriz de marco lógico, estudio técnico de aguas residuales .....	221
Cuadro 85. Elaboración de política ambiental del municipio de San Rafael Las Flores. ....	223
Cuadro 86. Desarrollo de ruta eco-turística, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.....	224
Cuadro 87. Matriz de marco lógico, programa de capacitación permanente para caficultores .....	225
Cuadro 88. Matriz de marco lógico, programa de capacitación permanente para productores de hortalizas .....	227

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 89. Matriz de marco lógico, protección de ecosistemas naturales.....	228
Cuadro 90. Matriz de marco lógico, generación de estudios de capacidad de uso de la tierra .....	230
Cuadro 91. División de escuelas para visitas para educación ambiental, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.....	248
Cuadro 92. Cronograma de visitas a escuelas, educación ambiental San Rafael Las Flores, 2016 .....	251
Cuadro 93. Escuelas y número de alumnos beneficiados con charla ambiental, municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016 .....	253
Cuadro 94. Cronograma para ejecución y apertura de biblioteca municipal .....	258
Cuadro 95. Acciones, responsables, metas esperadas e indicadores de implementación de biblioteca .....	259
Cuadro 96. Estado de acciones realizadas para implementación de biblioteca municipal .....	260
Cuadro 97. Evaluación de acciones propuestas para implementación de biblioteca municipal, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016 .....	261
Cuadro 98. Resultados esperados, metas e indicadores de creación de la UDELA. ....	264

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Mapa de municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, Guatemala 2016. ....	2
Figura 2. Análisis FODA realizado a la Municipalidad de San Rafael Las Flores para obtención de información. ....	5
Figura 3. Mapa de actores/poder del municipio de San Rafael Las Flores. ....	7
Figura 4. Empleados por unidad/dirección/oficina municipalidad de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016. ....	8
Figura 5. Organigrama Municipalidad de San Rafael Las Flores, 2016 .....	9
Figura 6. Cuenca hidrográfica, definición geofísica. ....	21
Figura 7. Divisoria de la cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica. ....	22
Figura 8. Interacciones de sub-sistemas presentes en la cuenca. ....	24
Figura 9. Visión integral de la cuenca como sistema con interacciones entre la parte alta, media y baja, el agua como recurso integrador y el análisis de problemas y potencialidades. ....	27
Figura 10. Mapa Base Sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa. ....	49
Figura 11. Proceso de la caracterización de la sub-cuenca .....	53
Figura 12. Etapas del diagnóstico .....	62
Figura 13 Lógica para el análisis de las problemáticas .....	67
Figura 14. Ejemplo de árbol de causas y efectos.....	74
Figura 15. Etapas del plan de manejo de la sub-cuenca.....	75
Figura 16. Población por género de los municipios que comprenden la sub-cuenca Los Vados.....	82
Figura 17. Porcentaje de población por edades dentro de la sub-cuenca “Los Vados” .....	82
Figura 18. Porcentaje de PEA por género de la sub-cuenca “Los Vados” .....	83
Figura 19. Mapa de concentración demográfica, Sub-Cuenca Los Vados.....	83

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 20 Mapa de información de nivel de calidad de vida, Departamento de Santa Rosa.....	86
Figura 21. Motores económicos de San Rafael Las Flores.....	95
Figura 22, Situación de la cloración sub-cuenca Los Vados .....	99
Figura 23. Escuelas en el municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa 2016. .....	102
Figura 24. Climadiagrama estación “Minera San Rafael” .....	105
Figura 25. Clasificación climática según Thornthwaite, sub-cuenca Los Vados, 2016. ....	107
Figura 26.Zonas de vida, sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores .....	109
Figura 27. Hidrografía Sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa.....	113
Figura 28. Ordenes de suelo de la Sub-cuenca Los Vados .....	117
Figura 29. Mapa de capacidad de uso de la tierra Sub-cuenca “Los Vados. ....	118
Figura 30. Intensidad de uso de la tierra sub-cuenca Los Vados.....	120
Figura 31. Uso de la tierra sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016. ....	121
Figura 32. Mapa de intensidad de uso de la tierra sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016.....	122
Figura 33. Cobertura forestal sub-cuenca Los Vados .....	123
Figura 34. Cobertura forestal dentro de la sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa 2016. ....	124
Figura 35. Nacimientos y comunidades abastecidas de agua potable en la Sub- Cuenca Los Vados .....	145
Figura 36. Toma de muestras de pozo mecánico, Las Piscinas, San Rafael Las Flores, 2016 .....	148
Figura 37. Gráfica de presencia de arsénico en pozo municipal, San Rafael Las Flores .....	148
Figura 38. Gráfica de presencia de arsénico en tanque municipal, San Rafael Las Flores .....	149

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 39. Gráfica de presencia de arsénico en grifo domiciliario, San Rafael Las Flores .....	149
Figura 40. Dinámica forestal municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa.....	154
Figura 41. Dinámica forestal, sub-cuenca Los Vados. ....	156
Figura 42. Dinámica forestal sub-cuenca “Los Vados” 1991-2001 .....	158
Figura 43. Dinámica forestal sub-cuenca “Los Vados” 2006-2016.....	159
Figura 44. Plantas de tratamiento en el municipio de San Rafael Las Flores, 2016-2020 .....	163
Figura 45. Puntos de muestreo estudio técnico de aguas residuales acuerdo gubernativo 236-2006 .....	166
Figura 46. Sistema de drenaje sanitario, San Rafael Las Flores, Santa Rosa 2016 .....	172
Figura 47. Mapa de erosión sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, 2016. ....	177
Figura 48. Esquema de camión recolector de servicio de basura en municipio de San Rafael las Flores .....	178
Figura 49. Identificación de la población beneficiaria .....	179
Figura 50. Cantidad de personas por familia, encuesta de desechos sólidos .....	182
Figura 51. Tipos de depósito para almacenar basura, encuesta de desechos sólidos .....	183
Figura 52. Veces que bota la basura en una semana típica .....	184
Figura 53. Porcentaje de reutilización de materiales en la comunidad.....	185
Figura 54. Destino final de la basura, encuesta desechos sólidos .....	186
Figura 55. Limpieza de las calles, encuesta de desechos sólidos. ....	186
Figura 56. Labor municipal en relación a limpieza pública, encuesta de desechos sólidos .....	187
Figura 57. Pago por recolección de basura, encuesta de desechos sólidos.....	189
Figura 58. Disposición de pago por servicio de recolección de basura, encuesta de desechos sólidos. ....	190

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 59. Disposición de pago por mejora en el servicio de recolección de basura, encuesta de desechos sólidos. ....	191
Figura 60. Árbol de Causas y Efectos Sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016.....	196
Figura 61. Árbol de Medios y Fines, Sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2017.....	197
Figura 62. Flujograma de efectivo y plan de acción de proyectos, plan de manejo sub-cuenca Los Vados. ....	235
Figura 63. Flujograma de efectivo y plan de acción de proyectos, plan de manejo sub-cuenca Los Vados.....	236
Figura 64. Escuelas del municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016. ....	247
Figura 65. Visita a aldea Las Nueces, para educación ambiental en San Rafael Las Flores.....	255
Figura 66. Área de influencia de biblioteca municipal, 2016 .....	257
Figura 67. Organigrama Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental.....	265
Figura 68. Acta de creación de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental- UDELA- .....	272
Figura 69. Acta de creación de cargo de Encargado de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental .....	273

PLAN DE MANEJO DE LA SUB-CUENCA LOS VADOS CON ÉNFASIS EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2016.

MANAGEMENT PLAN OF THE SUB-BASIN LOS VADOS, WITH EMPHASIS IN THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SAN RAFAEL LAS FLORES MUNICIPALITY, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURING THE YEAR 2016.

## RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) conlleva una serie actividades con el fin de promover proyectos, programas o líneas de acción que son de beneficio para la institución cooperante, en este caso la municipalidad de San Rafael Las Flores y en consecuencia toda su área de influencia. El diagnóstico se fundamenta en tres ejes: aspecto socioeconómico, biofísico e institucional, considerado el más importante por sustentarse en él las acciones a ejecutar. La fase de investigación genera un documento técnico-científico titulado: “Plan de manejo de la sub-cuenca Los Vados con énfasis en los problemas ambientales del municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, Guatemala, durante el año 2016” que incluye en su fase final los servicios realizados en la municipalidad.

En la fase de diagnóstico se realizó un análisis institucional de las diferentes unidades y se utilizó la herramienta FODA, a través de la que se detectaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta la municipalidad. Entre las fortalezas se citan: buena interacción entre unidades, existencia de redes de instituciones locales administrativas organizadas, buena relación con Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), disponibilidad financiera para ejecución de proyectos, conocimiento de personal en actividades de administración financiera municipal, pequeña huella ecológica de la municipalidad, personal con experiencia para ejecución de sus atribuciones, análisis situacional de la municipalidad para consecución de proyectos.

De sus debilidades se cita: débil organización en cooperativas, comités, asociaciones, falta de atención especializada en los tópicos ambientales, escaso personal profesional idóneo para cada perfil de trabajo, deficiente capacitación para temas en específico, Hacinamiento

en las diferentes unidades, falta de instrumentos de gestión (Planos, equipos etc.); Entre las oportunidades son: capacidad de expansión para desarrollar canales de información con comunidades más retiradas, potencial turístico determinado por la zona, cercanía con la Ciudad Capital para interacción económica, capacidad de gestión para capacitación con diferentes entidades gubernamentales; Y de las amenazas identificadas están: deficiente vinculación con sindicato municipal para resolución de conflictos, poca cooperación entre partidos políticos para el desarrollo unilateral, conflictos sociales por presencia de empresa minera en el territorio y las temporadas lluviosas que limitan la ejecución de algunos proyectos.

La investigación se realizó en tres fases; la primera etapa de gabinete permitió realizar la caracterización utilizando fuentes primarias y secundarias. La fase de campo que consistió en visitar a las comunidades de la sub-cuenca Los Vados y principalmente las comunidades de San Rafael Las Flores para identificar los principales problemas ambientales, identificación de fuentes de agua y verificación de uso de la tierra actual en las comunidades del municipio.

Como producto de esta segunda fase, se genera un diagnóstico y en la fase de gabinete final se realizó una priorización de los problemas identificados en la sub-cuenca, además de obtener los lineamientos, proyectos o programas a realizar para enfrentar los mismos, se cuenta con el plan de manejo de la sub-cuenca en términos generales y principalmente de los problemas ambientales de la sub-cuenca.

Los principales ejes de problemas ambientales encontrados a nivel de sub-cuenca y principalmente para el municipio de San Rafael las Flores son: pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico, contaminación por desechos sólidos, mala planificación del uso de la tierra, deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental. Entre los proyectos de mayor impacto a implementar son: promover procesos de restauración ecológica participativa, introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades con mayor demanda de leña para consumo energético, construcción de tanques para almacenamiento de agua

(cosecha de lluvia), construcción de planta de tratamiento de desechos sólidos, implementación de planta potabilizadora para pozo mecánico las piscinas, casco urbano y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

De los servicios realizados para la municipalidad, se enfocó hacia tres aspectos; educación ambiental, en escuelas del municipio de San Rafael Las Flores, como resultado de esto se concientizó 3000 estudiantes de primaria y secundaria de 27 escuelas del municipio de San Rafael Las Flores sobre el cuidado del medio ambiente y sus beneficios, logrando un mayor número de lo previsto inicialmente que eran 2400 estudiantes, esto debido a que se unieron diferentes grados que inicialmente no participarían.

El segundo aspecto referido a la educación formal, a través de la implementación de una biblioteca municipal en las cercanías del parque central del municipio de San Rafael las Flores. Después de las gestiones respectivas la biblioteca se construyó, se dotó de libros y equipo de computación, red de internet y se encuentra actualmente en funcionamiento.

El aspecto institucional, fortalecido a través de la creación de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental, para la mitigación del uso desmesurado de los recursos naturales. La unidad encargada de la gestión ambiental y de desarrollo económico local.





## CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA,  
GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA.







## 1.1 PRESENTACIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) conlleva una serie actividades, con el fin de promover proyectos, programas, líneas de acción que sean de beneficio, en este caso la municipalidad de San Rafael Las Flores, ahora bien la formulación de estas iniciativas tiene como principio un diagnóstico en tres ejes fundamentales, el eje socioeconómico del municipio, el eje biofísico y el eje institucional se presentan en este capítulo.

La municipalidad está ubicada en la latitud N 14° 28' 31.0" y longitud O 90° 10' 48.4" aproximadamente sobre los 1293 m s. n. m. Presidida por el concejo municipal, liderada por el alcalde electo en funciones, Administración 2016-2020, Roberto de Jesús Pivaral y Pivaral, está constituida en nueve oficinas que son el eje principal de la parte operativa. (Municipalidad San Rafael Las Flores, 2016).

En este documento se presenta un análisis de las diferentes unidades y de la municipalidad de San Rafael Las Flores en general, con el fin de identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas durante el año 2016.

Como base general se debe mencionar que el municipio cuenta con 15,000 habitantes, distribuidas en 26 centros poblados en un área de 85.1 km<sup>2</sup>, con una densidad poblacional de 176 ha/km<sup>2</sup>. (SEGEPLAN , 2010).

Además de este documento se describen las propuestas para acciones prioritarias (Servicios de Investigación) a implementar dentro de la municipalidad.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

Geográficamente el municipio de San Rafael Las Flores se encuentra localizado en: latitud N 14° 28' 28", y longitud O 90° 10' 52" tiene una extensión territorial de 84 km<sup>2</sup>, sus colindancias son: al norte: con el municipio de Mataquescuintla, Jalapa; al sur: con el municipio de Casillas, Santa Rosa; al oriente: con los municipios de San Carlos Alzatate, Jalapa y Casillas, Santa Rosa; y al occidente: con el municipio de Casillas, Santa Rosa (Hernández, 2013). En la figura 1 se pueden observar las comunidades de San Rafael Las Flores y sus accesos.

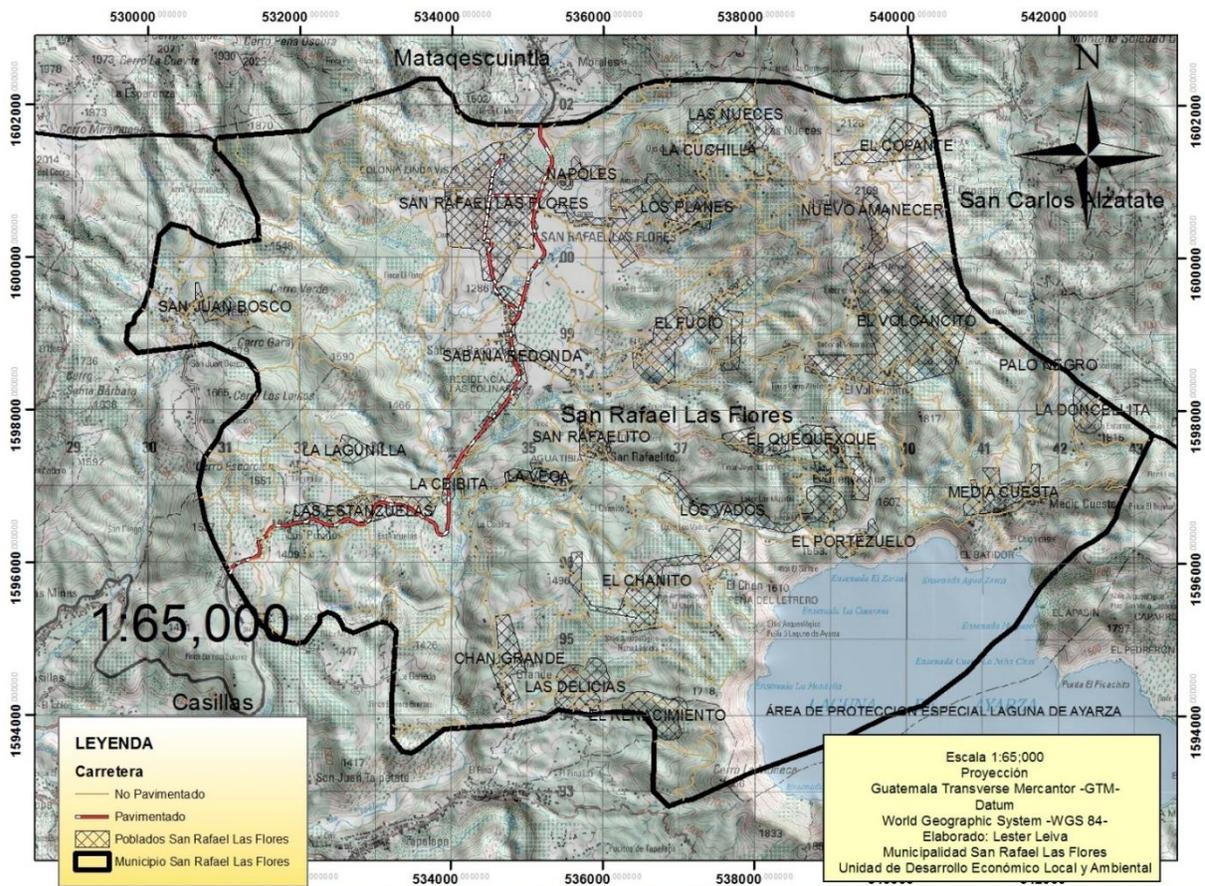


FIGURA 1. MUNICIPIO SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA 2016.

Figura 1. Mapa de municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, Guatemala 2016.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

1. Conocer la situación actual de la municipalidad de San Rafael Las Flores en sentido operativo y funcional.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar las diferentes unidades, direcciones y oficinas existentes en la municipalidad de San Rafael Las Flores.
2. Analizar las principales oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas que presenta la municipalidad de San Rafael Las Flores.

## 1.4 METODOLOGÍA

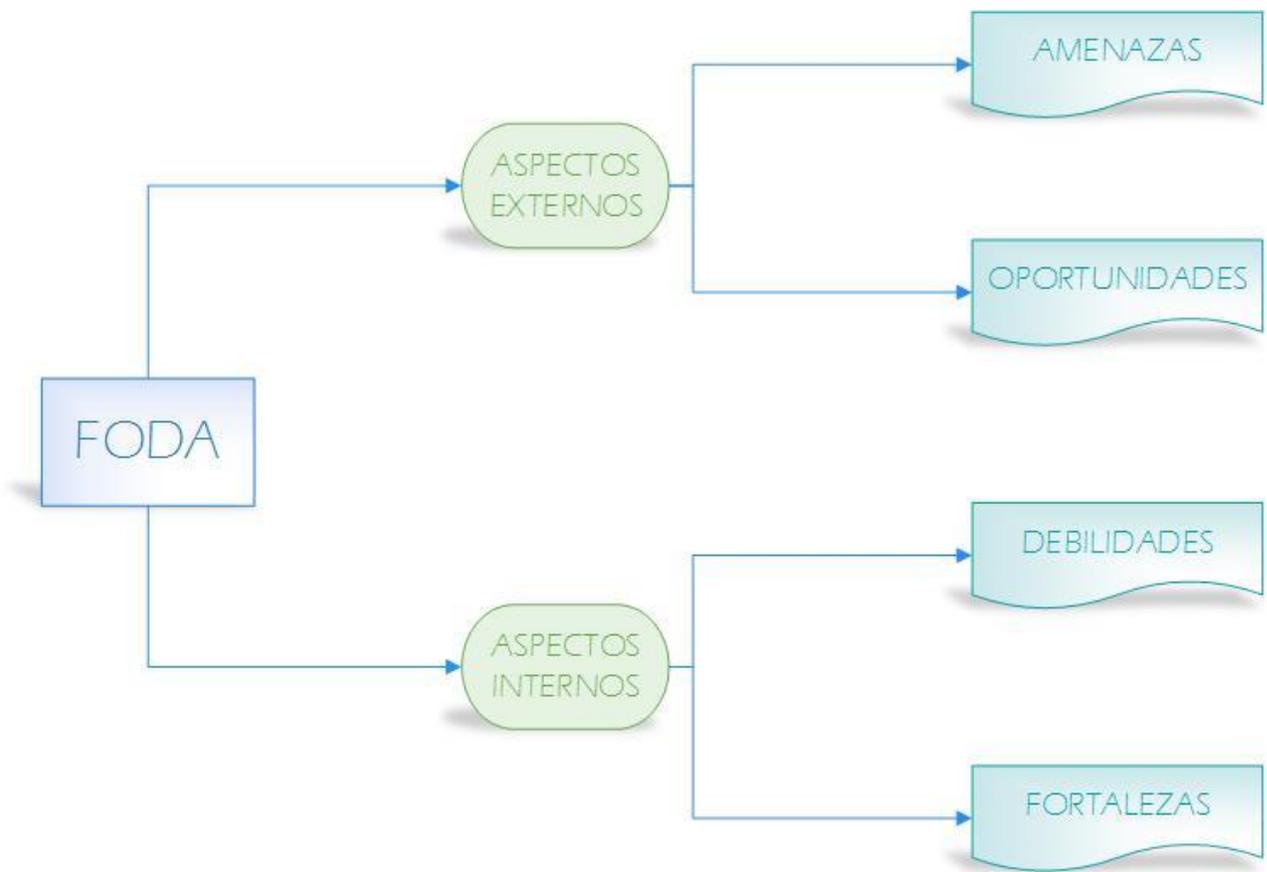
Inicialmente se realiza una recopilación de información secundaria a través de documentos generados por la municipalidad, SEGEPLAN, y otros artículos relacionados a la administración pública ejercida por la municipalidad de San Rafael Las Flores.

La recopilación se realizó directamente en las diferentes unidades, en donde posteriormente se realizó un análisis en cada unidad, y luego se generó un organigrama municipal.

La secuencia para el diagnóstico institucional se realiza a través de un análisis FODA, que emplea los principales puntos del estudio del contexto e identifica aquellos que ofrecen oportunidades y los que representan amenazas u obstáculos para su operación. (Lopez, 2010).

Los productos generados a partir de este análisis son los siguientes:

- a. Mapeo de actores del municipio.
- b. Organigrama Municipal 2016.
- c. Análisis FODA de la municipalidad
- d. Propuesta de acciones a realizar para la mejora sustancial de las unidades, direcciones, oficinas de la municipalidad de San Rafael Las Flores (ver figura 2).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 2. Análisis FODA realizado a la Municipalidad de San Rafael Las Flores para obtención de información.

## 1.5 RESULTADOS

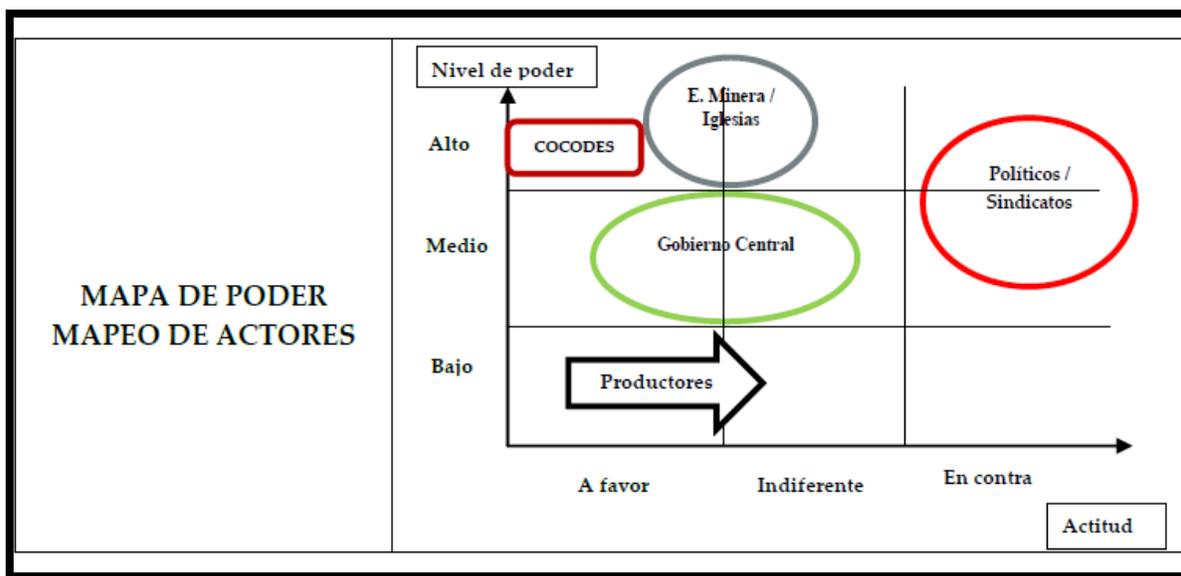
### 1.5.1 Mapeo de poder

Existen poblados mejor organizados, con mayor disposición a los cambios, como San Juan Bosco o Las Nueces, en los que es más fácil ejecutar proyectos de desarrollo. Por el contrario, señalan que hay otras comunidades que se encuentran divididas, o con menos capital social, en la que es más difícil fomentar el desarrollo. En estos casos es necesaria una intervención de apoyo social que ayude a la población a organizarse y a desarrollar lazos de confianza que contribuyan a mejorar sus aspiraciones y a fortalecer sus propios esfuerzos en beneficio de sí mismos.

### 1.5.1 Mapeo de actores

Con relación a las relaciones de poder, los participantes señalan que el actor con mayor nivel de poder y con poder intermedio, y que son opositores de la actual gestión municipal son los políticos desplazados del poder en las elecciones anteriores y los sindicalistas de la municipalidad que fueron organizados por empleados afines a las autoridades anteriores.

La empresa minera y la iglesia católica se perciben como actores de alto nivel de poder, pero su postura frente a la municipalidad es favorable o indiferente. Como favorables y poderosos aliados la corporación municipal encuentra a la mayoría de Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), mientras que la mayoría de pequeños o medianos empresarios y sus organizaciones gremiales, se consideran actores de bajo nivel de poder, pero son favorables e indiferentes hacia las autoridades municipales. Finalmente, las instituciones del gobierno central se perciben como poder de nivel intermedio, pero con una posición entre favorable e indiferente. (Municipalidad San Rafael Las Flores, 2016), en la figura 3 podemos observar el mapeo de poder/actores presentes en el municipio de San Rafael Las Flores.



Fuente: Plan de gobierno municipal, 2016

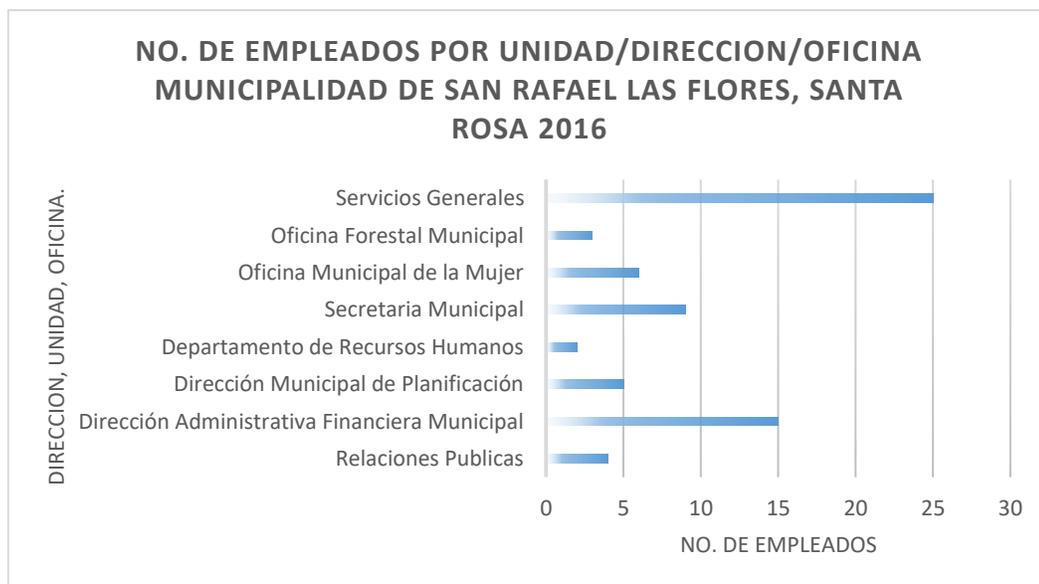
Figura 3. Mapa de actores/poder del municipio de San Rafael Las Flores.

### 1.5.2 Organización municipal

La organización municipal está presidida por el Concejo Municipal, encabezada por el alcalde municipal, posteriormente se presenta la figura de gerente municipal, y por ultimo nueve unidades, oficinas o direcciones presentes en la municipalidad que se enlista a continuación en el cuadro, en la figura 4 se presenta el número de empleados por oficina, dirección o unidad, y en la figura 5 se presenta el organigrama 2016 de la municipalidad de San Rafael Las Flores.

Cuadro 1. Unidades, oficinas y direcciones con cantidad de integrantes, municipalidad de San Rafael Las Flores.

No.	Oficina/Unidad/Dirección	Siglas	No. De integrantes
1	Relaciones Públicas	RP	4
2	Dirección Administrativa Financiera Municipal	DAFIM	15
3	Dirección Municipal de Planificación	DMP	5
4	Departamento de Recursos Humanos	RRHH	2
5	Secretaría Municipal	SM	9
6	Oficina Municipal de la Mujer	OMM	6
7	Oficina Forestal Municipal	OFM	3
8	Servicios Generales	SG	25
	<b>Total</b>		<b>69</b>

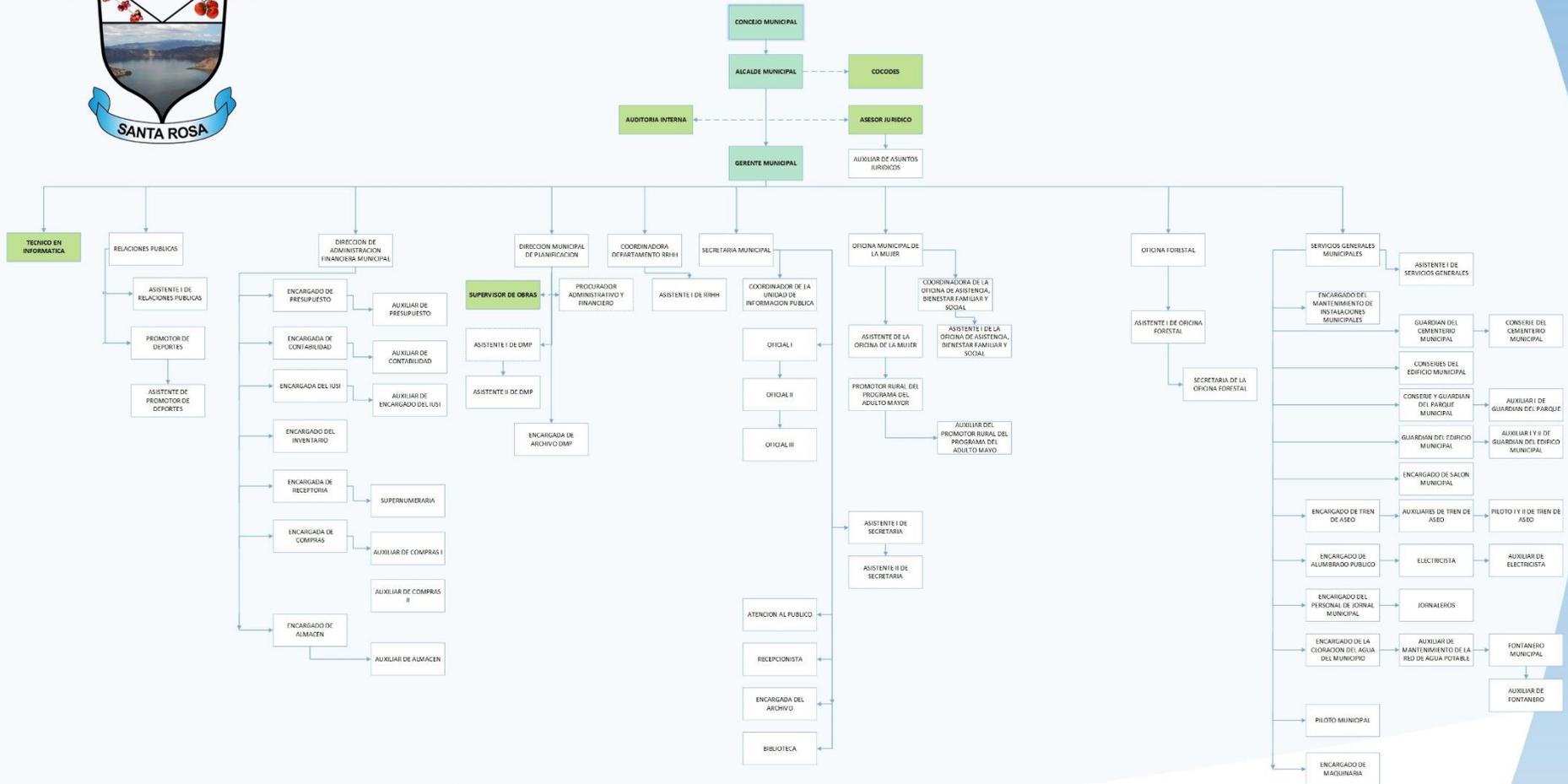


Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 4. Empleados por unidad/dirección/oficina municipalidad de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016.



## ORGANIGRAMA MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, ADMINISTRACION 2016-2020



Elaborado: Secretaria Municipal  
Vo.Bo. Alcaldía Municipal

Fuente: Secretaria Municipal, 2016.

Figura 5. Organigrama Municipalidad de San Rafael Las Flores, 2016

## 1.5.3 Análisis FODA

FORTALEZASa. Aspecto Social

- Buena interacción entre unidades.
- Redes de instituciones locales administrativas organizadas.
- Buena relación con Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES).

b. Aspecto Económico

- Disponibilidad Financiera para ejecución de proyectos.
- Conocimiento de personal en actividades de administración financiera municipal.

c. Aspecto Ambiental

- Pequeña huella ecológica de la municipalidad.

d. Aspecto Técnico-administrativo

- Personal con experiencia para ejecución de sus atribuciones
- Análisis situacional de la municipalidad para consecución de proyectos.

OPORTUNIDADESa. Aspecto Social

- Capacidad de expansión para desarrollar canales de información con comunidades más retiradas.

b. Aspecto Económico

- Potencial turístico determinado por la zona
- Cercanía con la ciudad capital para interacción económica.

c. Aspecto Ambiental

- 

d. Aspecto Técnico - administrativo

- Capacidad de gestión para capacitación con diferentes entidades gubernamentales.

## DEBILIDADES

### a. Aspecto Social

- Débil organización en cooperativas, comités, asociaciones etc.

### b. Aspecto Económico

### c. Aspecto Ambiental

- Falta de unidad ambiental especializada en los tópicos ambientales.
- Deficiente tratamiento de aguas residuales
- Deficiente tratamiento de desechos y residuos sólido

### d. Aspecto Técnico -administrativo

- Incrementar el personal profesional idóneo para cada perfil de trabajo.
- Incrementar la capacitación para cada tema en específico
- Hacinamiento en las diferentes unidades.
- Falta de instrumentos de gestión (Planos, instrumentos etc.)
- No existe un sitio para apoyo de la educación y consulta de material para investigación (Biblioteca Municipal)

## AMENAZAS

### a. Aspecto Social

- Existencia de sindicato municipal
- Existencia de lucha de poderes (Partidos Políticos).
- Conflictos sociales por presencia de empresa minera en el territorio.

### b. Aspecto Económico

### c. Aspecto Ambiental

- Las temporadas lluviosas limitan ejecución de algunos proyectos.

### d. Aspecto Técnico - administrativo

## 1.6 CONCLUSIONES

1. La empresa minera y la iglesia católica se perciben como actores de alto nivel de poder, pero su postura frente a la municipalidad es favorable o indiferente. Como favorables y poderosos aliados la corporación municipal encuentra a la mayoría de Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), mientras que la mayoría de pequeños o medianos empresarios y sus organizaciones gremiales, se consideran actores de bajo nivel de poder, pero son favorables e indiferentes hacia las autoridades municipales. Finalmente, las instituciones del gobierno central se perciben como poder de nivel intermedio, pero con una posición entre favorable e indiferente.
2. La municipalidad posee 72 puestos de trabajo divididos entre nueve unidades, direcciones u oficinas, siendo la oficina de Servicios Generales la que posee más personal (25 empleados), posteriormente la Dirección Administrativa Financiera Municipal que posee 15 empleados.
3. Las Fortalezas encontradas en la municipalidad son: buena interacción entre unidades, redes de instituciones locales administrativas organizadas, buena relación con Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), disponibilidad Financiera para ejecución de proyectos, conocimiento de personal en actividades de administración financiera municipal, pequeña huella ecológica de la municipalidad, personal con experiencia para ejecución de sus atribuciones, análisis situacional de la municipalidad para consecución de proyectos.
4. Las debilidades encontradas en la municipalidad son: débil organización en cooperativas, comités, asociaciones etc., falta de unidad ambiental especializada en los tópicos ambientales, Incrementar el personal profesional idóneo para cada perfil de trabajo, Incrementar la capacitación para cada tema en específico, Hacinamiento en las diferentes unidades, falta de instrumentos de gestión (Planos, instrumentos etc.).

5. Las oportunidades presentadas en la municipalidad son: Capacidad de expansión para desarrollar canales de información con comunidades más retiradas, potencial turístico determinado por la zona, cercanía con la ciudad capital para interacción económica, capacidad de gestión para capacitación con diferentes entidades gubernamentales.
  
6. Las amenazas presentadas en la municipalidad son: existencia de sindicato municipal, existencia de lucha de poderes (Partidos Políticos), conflictos sociales por presencia de empresa minera en el territorio, las temporadas lluviosas limitan ejecución de algunos proyectos.

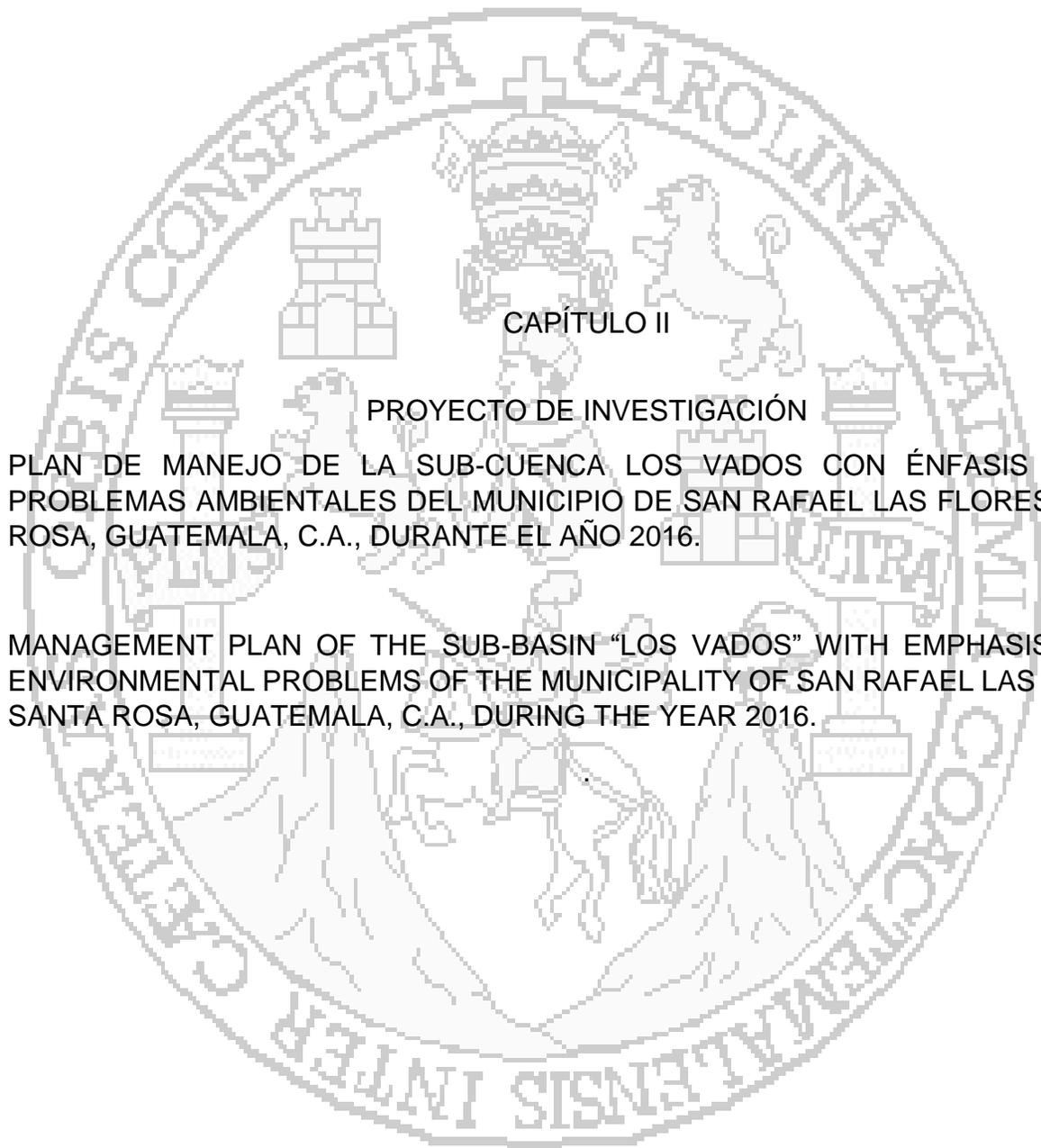
## 1.7 RECOMENDACIONES

1. Inminente creación de la Unidad de Desarrollo Económico Local que pueda velar por los procesos productivos dentro del territorio así como la promoción de fuentes de empleo a diferentes sectores del municipio.
2. Inminente creación de la Unidad Ambiental en la municipalidad de San Rafael Las Flores para poder iniciar un plan de mitigación de los problemas ambientales presentados en el municipio, así como desarrollar la línea base para la mejora sustancial de los recursos presentes en el municipio.
3. Traslado de instalaciones a un lugar con mayor espacio que se adecue a las necesidades de las diferentes unidades, direcciones u oficinas de la municipalidad de San Rafael Las Flores.
4. Fortalecimiento interinstitucional a través de convenios que permitan la interacción e intercambio de recursos humanos, materiales para fortalecimiento de capacidades de los involucrados.
5. Creación de manual de funciones específicas de cada empleado, para profundizar sobre el perfil idóneo para cada puesto.
6. Capacitación al personal según su área específica para fortalecer procesos en las diferentes unidades, direcciones u oficinas de la municipalidad de San Rafael Las Flores.
7. Creación de una biblioteca municipal que apoye y fomente el estudio a nivel primario, secundario y diversificado en el área urbana de San Rafael Las Flores.
8. Creación de programa de educación ambiental en la municipalidad que sea aplicado a las escuelas del municipio con el fin de incentivar la gestión integral de desechos y residuos sólidos de manera concreta y permanente en el municipio.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández, A. J. 2013. Diseño del sistema de agua potable para el Caserío Las Cortinas y puente vehicular sobre el Río Los Callejones, San Rafael las Flores, Santa Rosa. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 222 p.
2. INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala). 2002. X censo nacional de población y V de habitación. Guatemala. 1 CD.
3. López, T. G. 2010. El FODA: una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación en las organizaciones. En Flores, M. C. México, universidad veracruzana 15 p.
4. Municipalidad San Rafael Las Flores, Santa Risa, Guatemala. 2016. Plan de gobierno municipalidad de San Rafael las Flores, Santa Rosa. San Rafael las Flores, Santa Rosa, Guatemala.
5. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo San Rafael las Flores. Guatemala. 91 p.





## CAPÍTULO II

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PLAN DE MANEJO DE LA SUB-CUENCA LOS VADOS CON ÉNFASIS EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A., DURANTE EL AÑO 2016.

MANAGEMENT PLAN OF THE SUB-BASIN "LOS VADOS" WITH EMPHASIS IN THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE MUNICIPALITY OF SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A., DURING THE YEAR 2016.



## 2.1 INTRODUCCIÓN

La cuenca como unidad geográfica constituye un ámbito biofísico y socioeconómico ideal para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar el uso de los recursos, el ambiente y el impacto global de las prácticas de manejo.

La cuenca es la unidad de intervención para implementar el manejo de los recursos naturales y el ambiente, según la vocación de la cuenca y de acuerdo a los sistemas productivos en la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico.

La integración de todas las unidades de producción e intervención bien manejadas permitirá lograr el manejo integral de la cuenca, por lo tanto en la sub-cuenca los Vados comprendida en su mayor parte por el municipio de San Rafael Las Flores se hace indispensable el plan de manejo de todos sus recursos naturales.

Durante el año 2011 se realizó un estudio y se determinó que el afluente “San Rafael o Los Vados” es contaminado con aguas servidas de los hogares del municipio y aparte es utilizada para riego de hortalizas como cebolla, tomate, brócoli, lechuga, y algunas leguminosas como frijol, papa y maíz, donde la población que los consume en fresco corre el riesgo de padecer enfermedades por consumo hortalizas contaminadas.

Pero en realidad se tiene muy poco conocimiento de los problemas ambientales de diferentes índoles que realmente afronta San Rafael Las Flores en los distintos centros poblados del municipio, por tanto no existe un plan para afrontar los mismos, por todo lo anterior se pretende generar un plan de manejo para la sub-cuenca “Los Vados” con énfasis en los problemas ambientales que se suscitan en el municipio de San Rafael Las Flores.

La sub-cuenca los Vados está conformada por cuatro municipios; pero el municipio de San Rafael Las Flores se encuentra aproximadamente en un 100 % de su extensión dentro de esta sub-cuenca y los otros tres municipios representan una menor cantidad, en este lugar; el afluente principal denominado Los Vados nace en el municipio de San Carlos Alzatate

atravesando el municipio de San Rafael Las Flores y termina a un costado de Casillas y en este mismo municipio se une a la cuenca Río Los Esclavos.

El caudal del río se ha disminuido gradualmente a través del tiempo debido a que las partes altas o zonas de recarga hídrica han sido reemplazadas por la expansión de la frontera agrícola, especialmente en este lugar por la implementación del cultivo de café, además no se cuenta con un registro de las fuentes de agua presentes en la sub-cuenca y esto limita su distribución, problema que ha afectado a las personas del municipio por mucho tiempo.

En materia del manejo forestal según la dinámica que se ha tenido del período 1991-2001 se estimó que existe una pérdida de la masa forestal de 396 hectáreas, es decir 36.9 hectáreas por área, el problema es mayor en el área de Media Cuesta y San Rafaelito debido a la expansión de la frontera agrícola y los constantes incendios forestales (SEGEPLAN , 2010), a pesar de los esfuerzos interinstitucionales en el municipio, debemos constatar que se necesitan más iniciativas y programas a largo plazo para llegar a un balance entre lo deforestado y lo reforestado, e iniciar un proceso de recuperación del área boscosa.

A todo lo anterior se le aúna que en materia de consumo energético el consumo de leña en los hogares es de aproximadamente 78 % (INE, 2002) por esto también se ve la necesidad de buscar fuentes alternativas de energía para reducir la presión ejercida sobre los bosques.

San Rafael las Flores tiene alta vulnerabilidad ambiental por el mal manejo de sus recursos hídricos y ecosistemas prioritarios, así como la intensidad de uso de la tierra, sumado a la alta vulnerabilidad político institucional por la baja participación de la sociedad civil e institucional en el pasado para fomentar el desarrollo del municipio, haciendo énfasis a lo mencionado, al relacionar las amenazas y vulnerabilidad podemos catalogar a San Rafael Las Flores con alto riesgo.

Por todo lo anterior se hace indispensable un plan de manejo para esta sub-cuenca debido a que es necesario fortalecer los programas de gestión de riesgo y manejo de los recursos naturales para la sustentabilidad de la misma.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### A. Cuenca hidrográfica

Desde el punto de vista geofísico, la cuenca hidrográfica se define como una unidad natural, cuyos límites físicos son definidos por la divisoria superficial de las aguas, también conocida como "parteaguas", que ante la ocurrencia de precipitaciones y la existencia de flujos o caudales base, permite configurar una red de drenaje superficial que canaliza las aguas hacia otro río, al mar, o a otros cuerpos de agua, como los lagos y embalses artificiales y naturales, desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión en la zona de menor altitud.

Sin embargo el concepto integral (biofísico y socioeconómico) de cuenca hidrográfica es mucho más complejo y se refiere a la unidad de gestión territorial definida fundamentalmente por la red de drenaje superficial, en la cual interacciona biofísica y socioeconómicamente el ser humano los recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente, con el agua como recurso que une e integra sistémicamente la cuenca (Jimenez, 2007). En la figura 6 se representa un esquema de cuenca hidrográfica.



Fuente: Jiménez, 2007.

Figura 6. Cuenca hidrográfica, definición geofísica.

## B. Cuenca hidrológica

La definición de cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo (Jimenez, 2007), en la figura 7 se representa la cuenca hidrográfica y sus principales componentes.



Fuente: Jiménez, 2007.

Figura 7. Divisoria de la cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica.

## C. Manejo de cuencas hidrográficas

Es el conjunto de acciones que se realizan para utilizar, manejar, rehabilitar, proteger y conservar los recursos naturales en las cuencas hidrográficas de acuerdo a los enfoques sistémicos, socio-ambiental, integral y del agua como recurso integrador de la cuenca. Promueve y busca la sostenibilidad ecológica, social y económica de los recursos naturales y el ambiente en el contexto de la intervención humana, sus necesidades y

responsabilidades y del riesgo y la ocurrencia de desastres, principalmente de origen hidrometeorológico. (Dourojeanni, 1994).

Este proceso provee la oportunidad de tener un balance entre los diferentes usos que se le pueden dar a los recursos naturales y los impactos que éstos tienen en su sostenibilidad. Implica la interacción de los recursos naturales y la población de la cuenca, de ahí que se requiera la aplicación de las ciencias sociales y naturales. Conlleva la visión integral, inter y multidisciplinaria, la participación de la población, y por lo tanto, implica el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación real y plena de todos los actores. (Dourojeanni, 1994).

El trabajar con enfoque de sistemas, en forma integral e integrada, implica relacionar todos los elementos, integrar acciones, buscando eficiencia y logrando efectos o resultados asociados, denominados externalidades, como por ejemplo los servicios ambientales. (Service, 2014).

El ordenamiento es otro elemento importante que aplica el manejo de cuencas, se aprovechan los recursos de acuerdo a su capacidad o vocación, se orientan los usos potenciales considerando el riesgo y la vulnerabilidad. Una consideración importante del ordenamiento es la valoración de las condiciones ecológicas, sociales y económicas, de tal manera de armonizar la demanda de las poblaciones y las capacidades de soporte de la naturaleza.

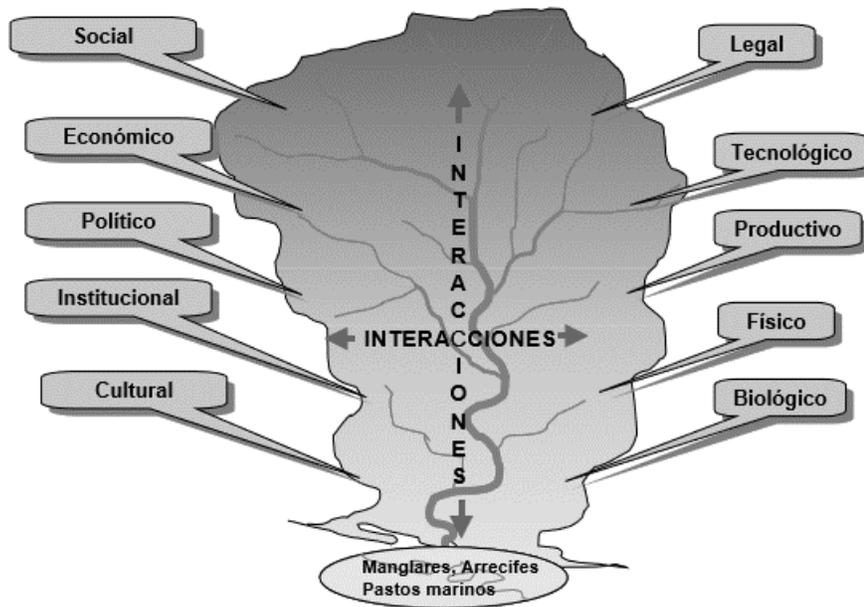
La coordinación y responsabilidad compartida también es fundamental, ya que la intervención en el territorio de la cuenca se realizó sin duplicidad de esfuerzos, buscando complementariedad y que cada acción requerida tendrá un actor responsable. La intervención de arriba hacia abajo, de empezar por áreas críticas o de aprovechar el potencial inmediato, se puede lograr mejor con una acción coordinada al nivel de cuencas. (Ramírez, 2010).

La gestión territorial a nivel de cuenca es idónea para mejorar la calidad del agua, regularizar la cantidad, contrarrestar peligros y riesgos de inundaciones, sequías y deslizamientos, contribuir a mejorar la biodiversidad y diversificación de la producción agrícola/forestal, contrarrestar la desertificación y mejorar la fertilidad de los suelos (Jimenez, 2007).

#### D. Enfoques básicos de la cuenca como unidad de manejo y gestión de los recursos naturales

##### a. La cuenca como sistema

El elemento más importante en definir a la cuenca como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales es que la misma constituye un sistema. La cuenca hidrográfica concebida como un sistema está conformada por las interrelaciones dinámicas representadas en la figura 8, que se describen a continuación:



Fuente: Jiménez, 2007.

Figura 8. Interacciones de sub-sistemas presentes en la cuenca.

- Social

Demografía, organización, participación, calidad de vida, servicios públicos e infraestructura, conflictos, amenazas antrópicas y vulnerabilidad, etc.

- Económico

Ingresos, rentabilidad, inversiones, mercados, pago y cobro de servicios ambientales, vulnerabilidad, externalidades económicas, etc.

- Político

Políticas, gobernabilidad, toma de decisiones, municipios, etc.

- Institucional

Local y gubernamental, presencia, función, coordinación, etc.

- Cultural

Costumbres, tradiciones, creencias, valores, etc.

- Legal

Tenencia de la tierra, normas, reglamentos, leyes, ordenanzas, etc.

- Tecnológico

Tipos y niveles, competitividad, etc.

- Productivo

Uso de la tierra, actividades productivas, sistemas y medios, accesos a mercados, distribución de la tierra, etc.

- Físico

Suelo, clima, geomorfología, cantidad, calidad y disponibilidad de recursos naturales, amenazas, naturales, vulnerabilidad, etc.

- Biológico

Seres humanos, plantas, animales, etc.

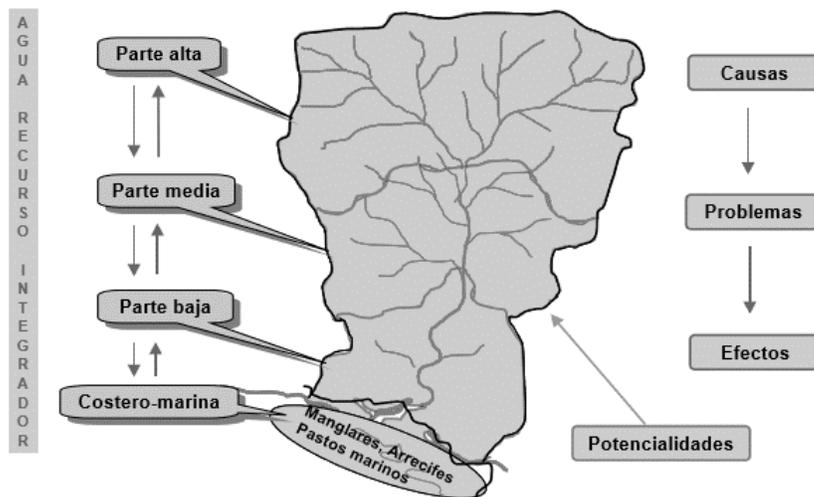
La visión de la cuenca como sistema, también supone el reconocimiento de los siguientes elementos:

a) Interacción entre la parte alta, media y baja de la cuenca, y con la zona marino-costera, cuando corresponde. b) El análisis integral de las causas, efectos y posibles soluciones de los problemas. c) La identificación y uso racional de las potencialidades y oportunidades de la cuenca. d) El papel del agua como recurso integrador de la cuenca, en la figura 5 se representa las interacciones integrales de la cuenca.

La visión integrada y sistémica de la gestión de cuencas conlleva dos grandes tipos de acciones (Dourojeanni, 1994): unas orientadas a aprovechar los recursos naturales (usarlos, transformarlos, consumirlos) existentes en la cuenca para fines de crecimiento económico, y otro grupo orientadas a manejarlos (conservarlos, recuperarlos, protegerlos), con fin de asegurar la sostenibilidad ambiental.

- Parteaguas

Línea divisoria entre cuencas que corresponde igualmente al límite de una cuenca, es decir, son partes que poseen la mayor cota en una cuenca, También se dice que es la extensión comprendida entre dos valles próximos, que comprende por lo tanto, la línea que separa, a dos vertientes pertenecientes a dos valles distintos (Ibáñez, 1992), en la figura 9 se puede apreciar la visión integral de la cuenca como un sistema.



Fuente: Jiménez, 2017.

Figura 9. Visión integral de la cuenca como sistema con interacciones entre la parte alta, media y baja, el agua como recurso integrador y el análisis de problemas y potencialidades.

- i. Perímetro de la Cuenca

No es más que la longitud de la cuenca delimitada, determinada sobre la línea que indica el parte aguas de la cuenca y regularmente es determinado mediante la ayuda de un curvómetro (Ibáñez, 1992).

## ii. Área de la Cuenca

Indica la superficie del área drenada, es decir, desde donde nace el cauce principal hasta el sitio donde se encuentra la estación medidora de caudal que va a servir de base para el estudio hidrológico de la cuenca y cubre el perímetro de la cuenca. Generalmente, se indica en kilómetros cuadrados o hectáreas (Ibañez, 1992).

### E. Sistemas de clasificación de tierras por capacidad de uso (INAB)

Con fines de clasificar y certificar la capacidad de uso de la tierra el INAB hizo una revisión de diferentes sistemas de clasificación que han sido utilizados en la región centroamericana y particularmente en Guatemala. Se adoptó una metodología que combina algunos principios, conceptos y procedimientos de los sistemas o esquemas del departamento de agricultura de Estados Unidos USDA, T.C. Sheng y sus modificaciones, Centro Científico Tropical de Costa Rica C.C.T.

El esquema metodológico propuesto, parte de los siguientes elementos conceptuales:

- Guatemala es un país que a pesar de tener relativamente una extensión territorial pequeña, cuenta con gran diversidad de condiciones biofísicas.
- Todas las tierras del país son factibles de clasificación, con excepción de las áreas que han sido sujetas de urbanización en los diferentes asentamientos humanos.
- Se considera un primer nivel representado por la región natural, en la cual está definida por límites que incluyen criterios geológicos, climáticos, edafológicos e hidrográficos (fisiográficos)
- Se diferencian rangos en los niveles de los factores limitantes, según la región natural en que se dividió el país.
- Las categorías de capacidad de uso, presentan un ordenamiento de mayor a menor intensidad de uso posible.

- Como factores que limitan la utilización de las tierras, se han considerado aquellos que afectan directamente a los usos forestales en cuanto a su crecimiento, manejo y conservación: de fácil medición o estimación y de bajo costo.

#### División del país en regiones naturales

Con la finalidad de considerar las variaciones geológicas, topográficas, climáticas y edáficas (fisiográficas), así como la influencia que generan estos componentes sobre la capacidad de uso de las tierras, se hizo una división del país en lo que se le denominó regiones naturales. Las regiones definidas son las siguientes:

- Tierras de la llanura costera del pacífico
- Tierras volcánicas de la boca costa • Tierras altas volcánicas
- Tierras metamórficas • Tierras calizas altas del norte
- Tierras calizas bajas del norte
- Tierras de las llanuras de inundación del norte (INAB, 2000).

##### a. Factores que determinan la capacidad de uso de la tierra

Entre los factores que se consideran como determinantes están la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno; ambos varían en sus rangos dentro de las regiones en que se dividió el país, adicionalmente se consideran la pedregosidad (superficial e interna) y el drenaje superficial como factores que en forma temporal o permanente pueden modificar la capacidad de uso de la tierra. Estos cuatro factores fueron considerados dentro del esquema adoptado en virtud física para el crecimiento, manejo y conservación, de una unidad de tierra cuando es utilizada para propósitos específicos como usos de naturaleza forestal y agroforestal (INAB, 2000).

i. Descripción de las variables y forma de estimarlas

Como ya fue mencionado, la metodología adoptada utiliza únicamente variables físicas, pendiente, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad y drenaje, las que se describen como sigue:

- Pendiente

Se refiere al grado de inclinación de los terrenos (unidades de tierra) expresado en porcentajes. Los rangos de pendiente son variables dentro de cada uno de las regiones naturales que se han definido en la presente metodología. A nivel de gabinete se estima por medio de técnicas cartográficas utilizando mapas de curvas a nivel. No debe olvidarse que lo que va a determinar la clasificación en una unidad cartográfica, es la pendiente máxima, es decir la mayor inclinación que presenta la unidad, expresada en porcentaje.

- Profundidad

Efectiva del Suelo Se refiere a la profundidad máxima del suelo susceptible de ser penetrada por sistemas radiculares de plantas, nativas o cultivadas, dentro de toda la gama de usos agropecuarios y forestales posibles. No se considera parte de la profundidad efectiva horizontes r o capas endurecidas en forma natural o por efectos de labranza.

- Pedregosidad

Se refiere a la presencia de fracciones mayores a las gravas (0.045 metros de diámetro), sobre la superficie del suelo y dentro del perfil del mismo (INAB, 2000).

## ii. Categorías de capacidad de uso

Las categorías de capacidad de uso que se emplean en la metodología, se ordenan en forma decreciente en cuanto a la intensidad de uso soportable sin poner en riesgo la estabilidad física del suelo, se presentan a continuación.

- Agricultura sin limitaciones (A)
- Agricultura con Mejoras (Am)
- Agroforestería con cultivos anuales (Aa)
- Sistemas silvopastoriles (Ss)
- Agroforestería en cultivos permanentes (Ap)
- Tierras forestales para producción (F)
- Tierras forestales de protección (Fp) (INAB, 2000).

## iii. Tierras altas volcánicas

Lo que se denomina Tierras altas volcánicas, comprende principalmente lo que se conoce como altiplano, el cual toma en cuenta tanto la porción occidental y central, así como la que se localiza al oriente guatemalteco. Estas tierras se encuentran parcialmente en los Departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Jalapa, Santa Rosa, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa. Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente el terciario volcánico, en donde se incluye rocas volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario. Se ha involucrado en esta región, algunas tierras sobre materiales Intrusivos, principalmente granitos y dioritas, que se encuentran principalmente al norte de San Marcos, al Norte de Totonicapán y en las proximidades del cauce del río. (Vásquez, 2005).

iv. Matrices de decisión y asignación de categorías de uso

Al combinar los niveles de los factores profundidad de suelos y pendientes, se asignan categorías de capacidad de uso. Los rangos de los niveles varían según la región natural en que fue dividido el país.

Los rangos considerados para cada grupo de pendientes pueden considerarse generales, puesto que en alguna región pueden encontrarse valores diferentes, si esto ocurriera, debe ser tomado como inclusiones dentro de los rangos establecidos.

Es importante observar que en las matrices, cuando se considera más de una categoría de uso posible, debe dársele prioridad a la categoría de menor intensidad de uso, de acuerdo a la tendencia del factor limitante que se esté analizando, el cuadro se presenta la matriz de capacidad de uso de la tierra (INAB, 2000). En el cuadro 2 se presenta la matriz de capacidad de uso de la tierra, para región fisiográfica “Tierras Altas Volcánicas”.

Cuadro 2. Matriz de capacidad de uso de la tierra “Tierras altas volcánicas”

<b>Profundidad del suelo (cm)</b>	<b>&lt;12</b>	<b>12-26</b>	<b>26-36</b>	<b>36-55</b>	<b>&gt;55</b>
>90	A	Am/Aa	Ss/Ap	Ap/F	F/Fp
50-90	A/Am	Ss/Ap	Ap/F	F/Fp	Fp
20-50	Am/Aa	Ss/Ap	Ap/F	Fp	Fp
<20	Aa	Ss/F	Fp	Fp	Fp

Fuente: INAB, 2000.

v. Intensidad de uso de la tierra

La intensidad de uso de la tierra refleja la relación entre el uso que se le da versus su capacidad de uso. Se consideran tres grados de intensidad.

Uso adecuado: corresponde a aquellas áreas donde el uso de la tierra encaja con su capacidad de uso.

Subutilizado: corresponde a aquellas áreas en las que la intensidad de uso actual está por debajo o es menor que la capacidad de uso de la tierra.

Sobre utilizado: comprende áreas en donde los usos actuales de la tierra están por encima de la capacidad de uso de la tierra. Es cuando la tierra se encuentra bajo esta condición cuando ocurre la erosión del suelo y pérdida de fertilidad. (Guzman, 2014).

#### F. Investigación realizada anteriormente relacionada a los recursos naturales de la sub-cuenca “Los Vados”

Anteriormente se realizaron hecho estudios en cierta medida relacionada con el tema ambiental en la región, pero nada en específico para el municipio o la sub-cuenca como tal, en 2011 se presentó la tesis por la maestra Ana Lorena Escalante Pérez se denomina “La contaminación del agua en la parte alta del río Los Esclavos”. Una importante cuenca conformada por varias sub-cuenca tales como: Río las Cañas, La Plata, Pínula, Los Vados o San Rafael, Colís, Tapalapa y San Antonio.

Para determinar la contaminación se realizaron varios procesos entre los cuales se encuentra la verificación física por medio de visitas a lugares estratégicos, entrevistas y toma de muestras para un análisis bioquímico del agua en donde se comparó la época seca y la lluviosa, algunas conclusiones que se obtuvieron son:

El incremento de la población contribuye con la presión que se ejerce sobre los recursos naturales de la sub-cuenca alta del río Los Esclavos, en el sentido de provocar deforestación para la implementación de zonas urbanísticas que emigran de la Ciudad Capital y de las zonas rurales en busca de desarrollo económico, de la misma manera se provoca contaminación del agua al verter sus desechos líquidos y sólidos en las sub-cuencas que forma el afluente en estudio.

El beneficiado de café que se realiza dentro del área que forma la cuenca alta del río Los Esclavos, contribuye a la contaminación del agua de los afluentes tributarios de ésta. Acción que vierte aguas mieles, en el proceso se mezclan con el agua natural resultando de difícil separación, este proceso causa daños irreparables al ambiente, debido a que la demanda química y bioquímica del oxígeno se eleva, y acelera el proceso de degradación, al comprometer la sostenibilidad del agua del afluente.

La expansión de la frontera agrícola, es otro de los factores que aunado con la deforestación para la implementación de cultivos temporales, semi temporales y permanentes al utilizar fertilizantes químicos en la agricultura, retornando colas a los afluentes de agua. (Ibarra, 2014).

Otros de los factores que contribuyen a la contaminación del agua, consiste en que los habitantes de la parte alta del río Los Esclavos, no poseen suficiente educación ambiental, aunado con los bajos niveles educativos, y la deficiente capacitación a los educadores para poder transmitir la importancia de un ambiente saludable para los diferentes usuarios del recurso hídrico de la zona.

#### G. Procesos de degradación

Cuando el hombre penetra por primera vez en una cuenca encuentra recursos geológicos, hídricos, físicos, vegetales y animales que debe utilizar y manejar en forma racional para no alterar el balance natural de la misma.

Se establece primeramente en el valle (partes planas) de la cuenca, elimina la vegetación en las áreas que utilizo para la producción agrícola y ganadera, así como también las áreas en las que se ubicarán los poblados en los cuales desarrollará la industria, el comercio, viviendas y componentes de apoyo y servicio como centros de salud, áreas de recreo, edificios municipales y gubernamentales, escuelas, etc. Busca y ubica las estructuras para toma de agua potable y si las condiciones lo permiten, de riego y generadora de energía.

Establece toda la infraestructura vial necesaria para comunicarse en la cuenca y entre cuencas. Algunas poblaciones de colonos se empiezan a establecer en la cuenca alta y zonas planas o pequeñas mesetas.

Por otra parte, las cuencas están expuestas a los fenómenos meteorológicos de gran magnitud que suceden con períodos de retorno de 20, 25, 100 o más años; todavía estos son desconocidos por los “conquistadores” de la cuenca hasta que ocurren. De repente ocurre una lluvia extraordinaria y es así como las aguas provenientes de todos los afluentes desembocan en el cauce principal siendo éste desbordado por sobrepasar la capacidad del mismo, inundando gran parte del valle, destruyendo viviendas y causando el deterioro de las vías de comunicación. El agua simplemente ha subido lentamente de nivel, anegando los cultivos, ahogando ganado y con frecuencia trayendo muerte y desaparición de personas (Basterrechea, 1996).

Al crecer la población o por simplemente por la ambición de riqueza de ser humano, empieza a explotar los recursos vegetales de las laderas y es así como se inicia la industria maderera con poco o ningún manejo forestal, de los drenajes naturales, del suelo y del paisaje. No se toman medidas para el uso racional de los recursos de la cuenca, la explotación irracional se desarrolla con fuerza. Se deforestan las laderas de cerros y montañas, se introduce la ganadería y la agricultura, con poca o ninguna tecnología. Todo sentido de conjunto por los valores comunitarios de la cuenca se pierde. Solo se piensa y actúa en función de beneficios propios (Jimenez, 2007).

Ante este caos destructor, mucha de la fauna puede desaparecer, a excepción de los insectos. El hombre empieza a utilizar pesticidas, los suelos pierden fertilidad, las laderas dejan de ser amortiguadores de las lluvias, el sobrepastoreo, la compactación del suelo y la erosión se convierten en escenarios de cada día. El tiempo de concentración se reduce, las inundaciones se suceden en un período más corto del estimado para las obras construidas contra las mismas por ruptura de diques, incapacidad hidráulica de las estructuras de control y drenajes internos. Se incrementan los costos contra inundaciones,

elevando sus alturas o reparando tramos rotos. La capacidad de los cauces se reduce por el sedimento depositado en las mismas, provenientes de las laderas de las cuencas.

Un conjunto de efectos negativos adicionales ocurre de manera simultánea o complementaria:

- a) La capa superficial del suelo no retiene humedad, se agrieta y el viento la erosiona.
- b) La capa de suelo vegetal de las laderas recibe los impactos directos del agua que excava la misma y desagrega las partículas de suelo, la capacidad de absorción de agua y de infiltración es limitada; agua y tierra con mucha velocidad bajan las laderas formando surcos por la erosión y rápidamente llenan los cauces de los ríos.
- c) El tiempo de concentración del agua de lluvia se reduce drásticamente y la velocidad de afluencia del agua con sedimento aumenta peligrosamente (CONRED, 2012).
- d) Con el incremento de velocidad las márgenes de los ríos son peligrosamente erosionados.
- e) La erosión de las márgenes desestabiliza las laderas, provocando derrumbes o deslizamientos de los cauces, tributando más toneladas de roca, tierra y árboles.

Esos cientos de miles de toneladas de materiales comienzan a rodar cuesta abajo con gran velocidad desarrollando energía propia cada componente de la avalancha. En la punta de la avalancha van las rocas grandes y al final las arenas y limos. En los cambios de pendientes se van depositando los sedimentos, los primeros en detenerse son las rocas grandes, sobre ellas pasa el resto, en otra parte más abajo son depositadas las graves y rocas pequeñas, sobre ellas pasan los finos o sea las arenas y limos y al final el agua. Es así como se forma el abanico aluvial con sección transversal convexa, destruyéndose el cauce en la cuenca baja y la formación de cursos erráticos del agua (Jimenez, 2007).

La devastación de la cuenca es enorme, los cauces se ampliaron, las laderas se desestabilizaron, la capa vegetal de desarrollo agrícola en la cuenca baja quedó sepultada por cientos de miles de toneladas de sedimentos, formando la parte ancha del abanico. El río fluye por muchos cauces erráticos en el valle, las pérdidas son millonarias, las presas de uso múltiples se destruyen o se vuelven obsoletas.

De las avalanchas o derrumbes de laderas resulta la destrucción de centros poblados y pérdidas de vidas humanas, se destruye la infraestructura vial y de comunicaciones, así como las obras de control de inundaciones (Cotler, 2007).

Por repetición e estos fenómenos, se destruye el equilibrio ecológico, se altera el ciclo hidrológico, sobreviene la desertificación y con ellos se acentúa la miseria, la pobreza que puede llevar a múltiples conflictos sociales y económicos (Jimenez, 2007).

Algunas causas de la degradación de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas

- Crecimiento acelerado de la población.
- Pobreza e inestabilidad política.
- Escasez de tierra aptas para la agricultura y la ganadería.
- Falta de leña y carbón.
- Avance de la frontera agrícola (a tierras marginales para el cultivo intensivo).
- Tala irracional del bosque.
- Lluvias intensas, suelos frágiles y susceptibles a la erosión.
- Prácticas forestales, ganaderas, agrícolas e industriales inadecuadas; por ejemplo deforestación, sobrepastoreo, quema, manejo inadecuado del riego, uso excesivo de pesticidas, contaminación de cuencas.
- Poco conocimiento y tradición agrícola de muchos de los desplazados a la frontera agrícola.
- Falta de conciencia ambiental y voluntad política, políticas para implementar medidas de manejo y conservación.
- Limitada asistencia técnica y capacitación para los productores. (Jimenez, 2007)

En el cuadro 3 se presentan algunas actividades antrópicas en las cuencas hidrográficas y sus efectos sobre los recursos naturales.

Cuadro 3. Algunas actividades antrópicas en las cuencas hidrográficas y sus efectos sobre los recursos naturales

<b>Actividad</b>	<b>Algunos efectos</b>
Colonización	Ruptura del equilibrio ecológico
Tala de bosques	Erosión de los suelos, desertización, cambio del ciclo hidrológico y régimen de caudales, contaminación del agua, pérdida o migración de la fauna nativa, sedimentación, desbordamientos e inundaciones de ríos y quebradas.
Quemas	Erosión de los suelos, pérdida de nutrientes y microorganismos del suelo, contaminación del aire.
Agricultura	Contaminación del suelo, agua, aire, vegetales y animales por uso de agroquímicos, erosión acelerada de los suelos por malas prácticas de cultivos.
Ganadería	Erosión acelerada de los suelos por sobrepastoreo. Compactación de los suelos.
Urbanismo	Contaminación del agua por residuos orgánicos y químicos, producción de basura y contaminación del aire por malos olores y por la circulación de vehículos.
Industria	Contaminación del aire y agua por sustancias químicas y minerales, desaparición o migración de la fauna nativa local, desaparición de especies vegetales, disminución de la pesca.
Construcción de embalses o represas	Sedimentación y colmatación, salinización de las aguas, disminución de la pesca aguas abajo, muerte o migración de muchas especies (vegetal, animal) pérdida de suelos fértiles, aumento de nutrientes y pérdida de diversidad de las especies acuáticas vegetales.
Minería	Contaminación del agua y suelo por el uso de sustancias químicas, erosión del suelo.
Apertura de vías	Desestabilización de taludes, erosión de los suelos, deslizamientos, derrumbes, sedimentación de lechos de ríos y quebradas, ruptura equilibrio ecológico, pérdida de la biodiversidad.

Fuente: Jiménez, 2007.

Algunas consecuencias de la degradación de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas:

- Expansión de la agricultura y la ganadería a tierras no aptas para este uso.
- Alteración del ciclo hidrológico (calidad, cantidad, disponibilidad de agua).
- Degradación del suelo.
- Degradación del ambiente (contaminación).
- Mayores conflictos sociales, inestabilidad, migración del campo a la ciudad.
- Mayor riesgo de catástrofes para la población (inundaciones, deslizamientos, contaminación, etc.).
- Reducción de ingresos para la población y los países (mayor pobreza).
- Expansión de la economía campesina de subsistencia.
- Extinción de plantas y animales con potencial para la humanidad y pérdida o alteración de otros recursos naturales (suelo, agua, etc.).
- Pérdida de potencial productivo, eco turístico, paisajista, recreativo y científico de muchos sitios.
- Avance de la desertificación (Jimenez, 2007).

Indicadores de cuencas hidrográficas mal manejadas cuando:

- Los ríos están muy sucios (sedimentos, erosión)
- Los ríos y la ciudad están contaminados (basura, químicos, etc.).
- Ocurren inundaciones con alguna frecuencia.
- Se queman los campos agrícolas.
- Se observa sobrepastoreo (degradación del suelo).
- Hay mucha erosión en los campos agrícolas.
- Los suelos se observan compactados.
- Hay cárcavas y deslizamientos.
- Pendientes fuertes se dedican a la agricultura intensiva.

- Hay deforestación, principalmente de laderas.
- Los bosques de galería o ripiaros han sido eliminados.
- Los cultivos no sirven si no se aplican grandes cantidades de fertilizante químico, o los rendimientos son muy bajos.
- Los servicios de salud, agua potable, educación, vivienda, transporte son deficientes o no existen.
- Hay escasez de leña, madera, postes.
- El suelo se dedica a otros usos diferentes a los que tiene capacidad o aptitud.
- No existe conciencia en la comunidad de la importancia de conservar los recursos naturales y manejar bien las cuencas (educación ambiental deficiente o inexistente). (Jimenez, 2007)

#### H. El diagnóstico participativo

El concepto de diagnóstico participativo consiste en que los propios miembros de la comunidad y actores principales de la cuenca identifican las necesidades y analizan las causas y consecuencias de los problemas; definen las acciones para modificar y transformar la realidad. Los integrantes del grupo son a la vez sujeto y objeto del estudio.

Este método puede ser aplicado con fines rurales, con fines comunitarios y con fines integrales. Por ejemplo si el propósito es superar un problema del uso agropecuario del suelo, se aplicará el diagnóstico rural participativo, pero si el caso es resolver la problemática social de una comunidad (municipio) posiblemente se pueda aplicar el diagnóstico participativo comunitario (Diaz, 2012).

En cualquiera de los casos, las consideraciones más relevantes para desarrollar el método participativo son las siguientes:

- a) Conocer bien el método.
- b) Buscar el lugar, momento y época más apropiada.
- c) Crear la motivación e informar adecuadamente del propósito.
- d) Realizar una convocatoria o invitación, con la mayor dedicación.
- e) Acondicionar los instrumentos y herramientas de

acuerdo al perfil de los participantes (dibujos, mapas, gráficos). f) Facilitar el acercamiento de los diferentes actores. g) Buscar la representatividad (en calidad y cantidad). h) Elaborar un programa sencillo y ameno. i) Ser facilitador, animador y de apoyo. j) Reconocer el esfuerzo y dedicación de los participantes. k) Tener la capacidad de interpretar los resultados. l) Verificar los resultados (comprobar). m) Elaboración rápida del producto (en versiones populares y técnicas) (Verdejo, 2003).

Un aspecto importante en los diagnósticos participativos es la devolución de los resultados, porque la comunidad obtuvo los resultados y sobre todo, como enfrentar los problemas o que proyectos se derivarán del diagnóstico. Este proceso también sirve para verificar y validar si la interpretación realizada es aceptada por la comunidad, de igual manera sirve para consultar las inconsistencias o dudas que se hayan presentado (INSFOP, 2008).

Entre las principales cualidades y ventajas que reúne los diagnósticos participativos se pueden mencionar las siguientes:

- Rescata y valora los conocimientos de la comunidad o del grupo.
- Fortalece la confianza del grupo en su capacidad para investigar y conocer la realidad.
- Promueve el desarrollo de una conciencia crítica basada en el análisis colectivo.
- Fomenta el entrenamiento del grupo en el manejo de técnicas para investigar la realidad.
- Educa a los participantes en la necesidad de enriquecer sus conocimientos para tener una visión más amplia y objetiva de la realidad.
- Robustece la relación entre miembros de la comunidad y compromete su esfuerzo por lograr los objetivos.
- Permite a los participantes establecer un nexo entre la realidad de la comunidad y la realidad nacional.
- Permiten superar las limitaciones expresivas, facilitan la visualización, propician el consenso, favorecen la interdisciplinariedad, permiten la interacción entre los actores locales, capacitan para la negociación (Jimenez, 2007).

## I. Erosión

- a. Ecuación universal de pérdida de suelos / Ecuación universal de pérdidas de suelos revisada (USLE/RUSLE).

$$A = R \times K \times L \times S \times P$$

Dónde: A es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el período de tiempo seleccionado para R.

R es el factor de lluvia en forma de un índice (EI30), que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de las fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado.

K es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estándar en tonelada por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9 % de gradiente y 22,1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de las partículas del suelo a la erosión.

L es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente.

S es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9 %, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área.

C es el factor combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos a un área similar pero en barbecho continuamente labrado.

P es el factor prácticas de conservación de suelo que expresa la relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específico, como cultivo en contorno, cultivo en bandas o terrazas, con otro con labranza a favor de la pendiente (Clérici C, 2001).

El producto de los primeros cuatro factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la pérdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C) o práctica de manejo (P). Los dos últimos factores reducen esta pérdida potencial para compensar los efectos de uso de la tierra, manejo y prácticas especiales (Mesen, 2009).

El índice EI30, se define como el producto de la energía cinética (E) de un aguacero y su máxima intensidad en un intervalo de 30 minutos (Ramírez, 2010).

## J. Deforestación

### a. Clasificación supervisada y no supervisada

El objetivo de la clasificación es asignarle una clase o categoría a cada celda de un área de estudio. Algunos ejemplos de una clase o categoría incluyen tipo de uso del suelo, ubicaciones preferidas por los osos y posible avalancha.

Existen dos tipos de clasificación: supervisada y no supervisada. En una clasificación supervisada, tiene una muestra de las entidades. Por ejemplo, sabe que hay un bosque de coníferas en la región noroeste del área de estudio, entonces la identifica adjuntándola en el mapa con un polígono (o con varios polígonos). Se crea otro polígono que abarca un campo de trigo, otro para edificios urbanos y otro para agua. Sigue este proceso hasta que tenga las entidades suficientes para representar una clase, y se identifican todas las clases en los datos.

Cada agrupación de entidades se considera una clase y el polígono que abarca la clase es una muestra de capacitación. Una vez que identificó las muestras de capacitación, las estadísticas multivariantes se calculan sobre ellas para establecer las relaciones dentro y entre las clases. Las estadísticas se almacenan en un archivo de firma (Fuentes, 2009).

En una clasificación no supervisada, no conoce cuáles entidades están realmente en una ubicación específica, pero deseará agregar cada una de las ubicaciones en un número específico de grupos o clusters. Lo que determina a cuál clase o cluster se asignará cada ubicación depende de las estadísticas multivariantes que se calculan en las bandas de entrada. Cada cluster se separa estadísticamente de los otros clusters basándose en los valores para cada banda de cada celda dentro de los clusters. Las estadísticas que establecen la definición del cluster se almacenan en un archivo de firma.

Existen cuatro pasos para realizar una clasificación:

- Crear y analizar los datos de entrada.
- Producir firmas para el análisis de clase y cluster.
- Evaluar y, de ser necesario, editar las clases y los clusters.
- Realizar la clasificación.

Existen dos tipos de entrada para la clasificación: las bandas del ráster de entrada que se van a analizar y las clases o los clusters en los que se colocarán las ubicaciones. Las bandas del ráster de entrada que se utilizan en el análisis multivariante necesitan influir o ser una causa subyacente en la categorización de la clasificación. Es decir, pendiente, profundidad de la nieve y radiación solar pueden ser factores que influyan en una potencial avalancha, mientras que el tipo de suelo puede no tener efecto alguno.

Una clase corresponde a una agrupación significativa de ubicaciones. Algunos ejemplos de clases incluyen bosques, cuerpos hídricos, campos y áreas residenciales. Las clases derivadas de clusters incluyen la preferencia de venados o el potencial de erosión.

Cada ubicación se caracteriza por un conjunto o vector de valores, un valor para cada variable o banda introducida en el análisis. Cada ubicación se puede visualizar como un punto en un espacio de atributos multidimensionales cuyos ejes corresponden a las variables representadas en cada banda de entrada. Una clase o un cluster es una agrupación de puntos en este espacio de atributos multidimensional. Dos ubicaciones pertenecen al mismo cluster o clase si sus atributos (vector de valores de banda) son similares. En un análisis estadístico multivariante se puede utilizar un ráster multibanda y rásteres individuales de banda única (Cruz, 2010).

Las ubicaciones que corresponden a clases conocidas pueden formar clusters en el espacio de atributos si las clases se pueden separar, o distinguir, por los valores de atributo. Las ubicaciones que corresponden a clusters naturales en el espacio de atributos se pueden interpretar como clases de estratos de ocurrencia natural.

La barra de herramientas de clasificación de imagen de Spatial Analyst ayuda con el flujo de trabajo de varios pasos que se requiere para realizar una clasificación. Con la barra de herramientas puede crear y analizar clases y clusters, crear y validar firmas, y realizar una clasificación en un entorno integrado.

### 2.2.2 Marco referencial

La sub-cuenca los vados específicamente está comprendida por varios municipios pero en su mayor porcentaje está comprendida por el municipio de San Rafael Las Flores.

Geográficamente el municipio de San Rafael Las Flores se encuentra localizada en: latitud 14°28'28", y longitud 90°10'52" tiene una extensión territorial de 84 km<sup>2</sup>, sus colindancias son: Al norte: con el municipio de Mataquescuintla, Jalapa; al sur: con el municipio de Casillas, Santa Rosa; Al oriente: con los municipios de San Carlos Alzatate, Jalapa y Casillas, Santa Rosa; y al occidente: con el municipio de Casillas, Santa Rosa (Hernández, 2013) distribución que podemos observar en el cuadro 4.

Cuadro 4. Municipios que comprenden la sub-cuenca Los Vados.

Municipio	Km <sup>2</sup> que ocupa dentro de la sub-cuenca	Porcentaje (%) que ocupa dentro de la sub-cuenca
San Rafael las Flores	73.09	48.99
San Carlos Alzatate	26.97	18.07
Mataquescuintla	38.65	25.90
Jalapa	0.43	0.28
Casillas	10.05	6.73
<b>Total área de sub-cuenca</b>	<b>149.19</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para poder acceder al municipio de San Rafael Las Flores y la sub-cuenca los Vados se puede hacer de la siguiente manera:

Por la carretera RD SRO 03 hay 18 km a Casillas, 7.5 km a Nueva Santa Rosa y 1.5 km a Santa Rosa de Lima, de donde en la misma carretera son aproximadamente 20 km a Barberena, que entronca con la carretera Interamericana CA-1, que rumbo este-sureste 8 km conduce a la cabecera departamental de Cuilapa. (Municipalidad San Rafael Las Flores, 2016).

La red vial que comunica al municipio con la capital y la cabecera departamental, está en buenas condiciones, ahora bien las vías internas dentro de la sub-cuenca generalmente en época de verano se encuentran en buenas condiciones pero en época de lluvia es transitable algunas veces en vehículos de doble tracción.

Para llegar al área urbana del municipio de San Rafael las Flores se cuenta con tres accesos; del norte, vía Mataquescuintla, Jalpa; del sur, vía Casillas, Santa Rosa; y del oriente, vía Ayarza, Jutiapa.

Para las visitas de campo a las diferentes comunidades se necesita acceder a las diferentes comunidades entre las que podemos mencionar, en el cuadro 5 se puede observar la

distancia y el tipo de camino a diferentes comunidades de la sub-cuenca. En la figura 10 se presenta el mapa base de la sub-cuenca sujeta a estudio.

Cuadro 5. Distancia a los centros poblados desde el casco urbano de San Rafael Las Flores

<b>Centro Poblado</b>	<b>Distancia en km</b>	<b>Tipo de camino</b>
Sabana Redonda	2	Asfalto
Los Planes	1	Asfalto-Terracería
Las Nueces	5	Terracería
El Copante	9	Terracería
Estanzuelas	8	Asfalto
San Juan Bosco	14	Terracería
El Chan Grande	16	Terracería
El Chanito	8	Terracería
La vega	6	Terracería
San Rafaelito	5	Terracería
El Fucio	3	Terracería
El Quequexque	6	Terracería
Media Cuesta	10	Terracería
El Volcancito	5	Terracería
La Cuchilla	4	Terracería
Morales	2	Asfalto

Fuente: elaboración propia, 2016.



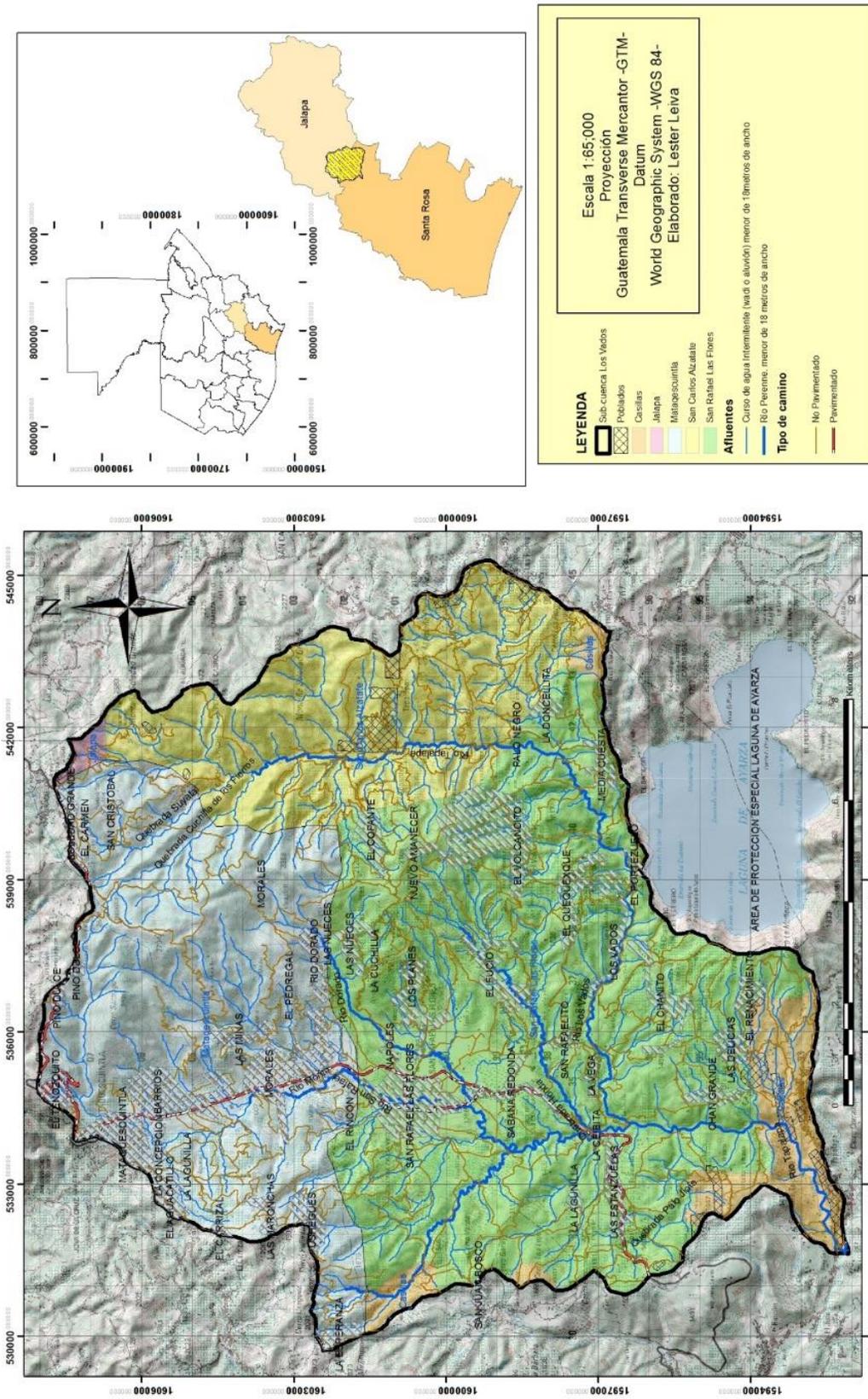


FIGURA 10. MAPA BASE SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.



## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo General

Generar un plan de manejo de la sub-cuenca los Vados con énfasis en los problemas ambientales del municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, Guatemala, durante el año 2016.

### 2.3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los aspectos socioeconómicos de los centro poblados presentes en la sub-cuenca con énfasis en el municipio de San Rafael Las Flores.
2. Caracterizar los aspectos biofísicos de los centro poblados presentes en la sub-cuenca con énfasis en el municipio de San Rafael Las Flores.
3. Describir y cuantificar los principales problemas en sentido ambiental en el municipio de San Rafael Las Flores.

## 2.4 METODOLOGÍA

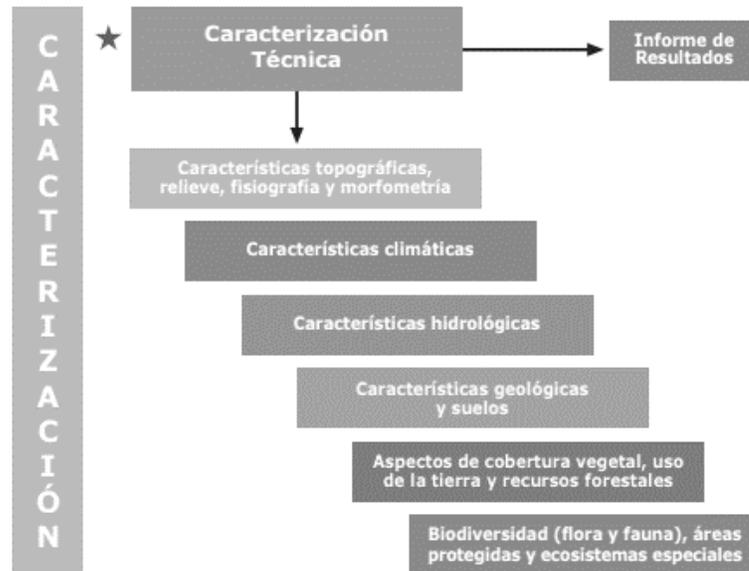
La investigación se realizó en 3 fases; la primera fase de gabinete inicial, en la que se realizó una caracterización, esta se fundamentó en base a fuentes secundarias, posteriormente una fase de campo que consiste en visitas a las comunidades de la sub-cuenca Los Vados y principalmente las comunidades de San Rafael Las Flores para identificar los principales problemas ambientales, identificación de fuentes de agua y verificación de uso de la tierra actual en las comunidades del municipio.

Como producto de esta segunda fase, se cuenta con un diagnóstico y por último en la fase de gabinete final se realizó una priorización de los problemas identificados en la sub-cuenca, además de obtener los lineamientos, proyectos o programas a realizar para enfrentar los mismos, es decir el producto que se obtuvo en esta tercera fase es de un plan de manejo de la sub-cuenca en términos generales y principalmente de los problemas ambientales de la sub-cuenca.

Ahora bien se procede a detallar cada una de las fases y la manera en que se llevó a cabo la caracterización, diagnóstico y plan de manejo.

### 2.4.1 Caracterización

La caracterización como tal consistió en la reunión de información que ha sido generada a través del tiempo, para esta investigación se utilizó tesis, documentos, informes, planes de desarrollo relacionados al manejo de los recursos de los recursos del municipio y del sitio de interés, en la figura 11 se presenta el proceso desarrollado para la caracterización.



Fuente: Jiménez, 2007.

Figura 11. Proceso de la caracterización de la sub-cuenca

## A. Información secundaria

### a. Información socioeconómica

Para la caracterización inicial se recabó información que ha sido generada a través del tiempo, a pesar de que existe mucha información se encuentra de alguna manera dispersa por lo que posteriormente se procedió a sintetizarla y generar información más concisa en función a los objetivos perseguidos.

La caracterización contiene dos ejes principales, el eje socioeconómico y el eje biofísico.

En relación a las características socioeconómicas se procedió a investigar lo siguiente:

- Demografía
  - Población Total

- Población económicamente activa
- Densidad de población
- Población por edades
- Población por género
- Densidad Poblacional
  
- Nivel de ingresos económicos
  - Salarios mínimos
  - Ingreso promedio mensuales y anuales
  - Población en pobreza y pobreza extrema
  - Índice de desarrollo humano.
  
- Educación
  - Nivel educativo por género
  - Nivel educativo por edad
  - Nivel educativo en el área rural y urbana
  - Analfabetismo por género.

Para lo anterior se procedió a utilizar inicialmente las base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) basados específicamente en el censo que se realizó en el año 2002, ahora bien como es información desactualizada se utilizó un instrumento para proyectar la población al año 2016 a partir de esta metodología fue desarrollada la parte demográfica, educación, nivel de ingresos económicos para posteriormente generar cuadros y gráficas que faciliten la comprensión de la misma.

- Idiomas
  - Área de influencia de idiomas.

- Migraciones
  - Inmigración
    - Origen y causas
  - Emigración
    - Destinos y causas
  
- Organización Social
  - Territorios comunales
  - Asociaciones
  - Comités
  - Cooperativas, etc.
  
- Tenencia de la tierra
  - Tamaño promedio de unidades productivas
  - Forma de tenencia ( Privada individual, privada colectiva y municipal)
  
- Actividades productivas
  - Agricultura
    - Principales cultivos
    - Áreas cubiertas por cultivo (mapas)
    - Mercados
  
  - Pesca

Pesca de subsistencia

Cultivo y crianza

Mercado.

- Ganadería
    - Especies mayores y menores
    - Número por especie
    - Mercados
  
  - Industria y agroindustria
    - Actividades industriales
    - Actividades Agroindustriales
    - Agroindustria artesanal
    - Breve descripción
  
  - Artesanía
    - Productos
    - Mercados
  
  - Servicios, etc.
- Infraestructura física y servicios
    - Servicios de telecomunicación
    - Acceso al agua potable
    - Servicio de recolección y disposición de basura
    - Hospitales
    - Puesto de Salud
    - Escuelas

- Salones municipales o comunales
- Carreteras de acceso
- Energía eléctrica
- Drenajes
- Mercado
- Centro de atención permanente.
- Estación de policía, bomberos
- Otros
  
- Tecnologías de producción
  - Labranza
  - Practicas ancestrales para manejo de cultivos
  - Uso de fertilizantes
  - Uso de plaguicidas
  - Uso de agua con fines de riego (Tomas etc.)
  
- Salud y sanidad pública
  - Principales enfermedades y causas
  - Índices de mortalidad y morbilidad

Para lo anterior se extrajo específicamente la información de los planes de desarrollo municipal (PDM) realizados por SEGEPLAN en el año 2010, por lo que se considera una fuente confiable para extracción de información; aparte de la información existente en la municipalidad, y también la consulta de tesis realizadas en el municipio de San Rafael Las Flores, aparte existe información en las instituciones gubernamentales presentes en el municipio que fue extraída para la formulación de las caracterizaciones.

## b. Información biofísica

Ahora en relación a las características biofísicas se procedió a investigar:

- Clima
  - Temperatura media.
  - Precipitación.
  - Evapotranspiración.
  - Climadiagrama por estación meteorológica.
  - Clasificación climática según Thornthwaite.

Para la obtención de toda la información climática se utilizaron los registros que fueron proporcionados por la empresa Minera San Rafael S.A, en su base de datos, a partir de estos se realizó un climadiagrama de la estación, ahora en función a la evapotranspiración se utilizó el programa Cropwat ® utilizando el método de cálculo de evapotranspiración según penman.

- Zonas de vida y recurso hídrico
  - Mapa de zonas de vida según Holdridge
  - Morfometría de la cuenca
  - Agua superficial
    - Hidrografía (red de drenaje)
    - Hidrometría (aforo de la corriente principal hasta su desembocadura y aforos de puntos intermedios de interés)
    - Calidad físico - química y bacteriológica
    - Fuentes de contaminación (drenajes, basureros, industrias etc.)
    - Ubicación de fuentes de agua.

- Usos
- Agua subterránea
  - Tipos de acuíferos
  - Producción (inventarío de pozos, medición de niveles,
  - Usos
  - Calidad físico – química, bacteriológica y metales pesados

La zona de vida fue clasificada según la metodología propuesta por Holdridge, ahora bien en función a los recursos hídricos, es decir las corrientes, afluentes, la morfometría de los mismos fueron obtenidos a través de los sistemas de información geográfica.

- Suelos y tierras
  - Identificación de los suelos existentes, preferentemente clasificados por taxonomía de suelos
  - Capacidad de infiltración de los suelos
  - Capacidad de uso de la tierra (Metodología del INAB)
  - Uso actual
  - Intensidad de Uso
- Cobertura y vegetación
  - Tipos de cobertura
  - Clasificación de las áreas boscosas, según el tipo forestal (conífera, latifoliada, mixta, etc.), según el uso (protección y áreas productivas).
  - Inventarío forestal y de especies nativas de importancia dentro de las sub-cuencas.

Todo lo anterior fue obtenido a través de los sistemas de información geográfica, pero es de bien mencionar que para suelos y tierras, específicamente la identificación de los suelos se realizó en función al documento denominado “Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 - Memoria Técnica”, La capacidad de infiltración de los suelos se obtendrá a través de las capas registradas en los sistemas de información geográfica; generados en el mapa en relación a la primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala.

Para la determinación de la capacidad de uso de la tierra se utilizó la metodología del INAB, recordando la capacidad de uso de la tierra es la determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo (Klingebiel y Montgomery 1961).

El mapa de cobertura vegetal y uso del suelo se extrajo del mapa generado por MAGA publicado en 2006 a escala 1:50,000.

- Fauna
  - Listado de especies de flora presentes por clase
  - Distribución de las especies y usos.

Ahora bien el listado de especies de flora y fauna fue extraído de la tesis de la Msc. Ana Lorena Pérez Escalante ya mencionada anteriormente.

## B. Información cartográfica

Para la presente caracterización se elaboraron diferentes mapas cartográficos que faciliten la presentación y comprensión de los diferentes aspectos biofísicos relevantes del lugar; en Total se imprimieron 6 mapas en tamaño A3 (29.7 cm x 42 cm) los cuales consisten en:

- Mapa base
- Mapa de uso de la tierra
- Mapa de capacidad de uso de la tierra
- Mapa de intensidad de uso de la tierra
- Mapa de órdenes de suelo
- Mapa de cobertura forestal
- Mapa de clasificación climática según Thornwhite.
- Mapa de Curvas a nivel
- Mapa de concentración demográfica
- Mapa de zonas de vida según Holdridge etc.

### 2.4.2 Diagnóstico

El diagnóstico es realmente la reunión de toda la información recabada en el campo, es decir que nos dio a conocer como es la realidad en sentido ambiental dentro de las diferentes comunidades objetivo.

Para llevar a cabo lo anterior se realizó siguiendo el orden lógico que se presenta en la figura 12.



Fuente: Cotler, 2007.

Figura 12. Etapas del diagnóstico

#### A. Síntesis de la problemática

Se realizó un resumen sobre los recursos (biofísicos y socioeconómicos) presentes y su estado. La síntesis se apoyó con información de carácter numérico y gráfico, que permita su análisis de mejor forma y que se pueda evidenciar la magnitud de la problemática.

Esto se obtuvo de la caracterización realizada en la fase anterior.

#### B. Desarrollo del diagnóstico rural participativo –DRP

Esta etapa de la fase de diagnóstico indudablemente es la más importante de toda la investigación debido a que este diagnóstico participativo rural, se realizó con los actores principales de la sub-cuenca en específico con los actores principales de cada comunidad, las visitas fueron acompañadas por el presidente, vicepresidente y/o presidente del comité de agua de cada comunidad.

## a. Comunidades visitadas

Las comunidades que fueron visitadas son las siguientes:

El copante: COCODE

El Chan Grande: COCODE

La Vega: COCODE

El Copante: COCODE

Los planes COCODE

Las Nueces: COCODE

Media Cuesta: COCODE

Sabana Redonda: COCODE

San Juan Bosco; COCODE

El Quequexque: COCODE

Estanzuelas: COCODE

El Chanito: COCODE

Las delicias COCODE

Renacimiento COCODE

La Lagunilla COCODE

San Rafaelito COCODE

Nuevo amanecer COCODE

Palo Negro: COCODE

El Fucio: COCODE

Las Cortinas COCODE

La Doncellita: COCODE

Los Vados: COCODE

El Volcancito: COCODE

El Cielito: COCODE

Morales: Municipalidad

Mataquescuintla: Municipalidad

b. Productos obtenidos de la visita a las comunidades

La visita en esas comunidades fue con la finalidad de conocer y entrar en contacto con los actores principales, en el cuadro 6 podemos observar la matriz que fue utilizada para la obtención de información en las diferentes comunidades.

Dentro de la visita de campo, se tuvo como objetivo principal lo siguiente:

- Llenar matriz de caracterización de comunidad.
- Identificar las fuentes naturales o artificiales de agua; geo referenciarlas y aforar si es posible por medio de un volumen conocido en función a su tiempo de llenado.
- Identificar problemas en función a los desechos sólidos, ubicar vertederos de basura clandestinos dentro de la comunidad.
- Revalidar el uso actual de la tierra dentro de la comunidad, con lo generado en la caracterización, por medio de uso de GPS.
- Identificar zonas potenciales para reforestación.
- Entrevistas a líderes comunitarios sobre principales problemas que afrontan dentro de la comunidad
- Extracción de reseña histórica de la comunidad y su relación con los recursos naturales del lugar que han existido en el lugar y su dinámica a través del tiempo.

Cuadro 6. Matriz de evaluación en comunidades de la sub-cuenca

**MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN, COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES**

Fecha: \_\_\_\_\_

Comunidad \_\_\_\_\_ SubCuenca Los Vados

**A. RECURSOS HUMANOS**

<b>Humano</b>	<b>Social</b>	<b>Político</b>	<b>Cultural</b>
Población:	Educación:	Conexiones la organización local y otras instituciones y organizaciones a varios niveles	Prácticas de uso de recursos
Habilidades:	Acción Grupal		Idioma y lenguaje
Capacidades:	Identidad colectiva		
Salud	Sentido de un futuro compartido		
Autoestima	Cooperativas		
Papel de las mujeres en la comunidad.			
Liderazgo			

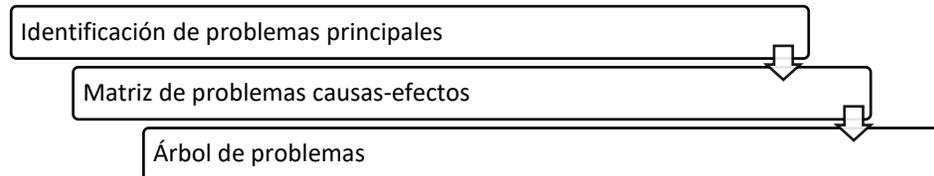
## B. RECURSOS MATERIALES

Natural	Construido	Financiero
Aire	Vivienda	Recursos productivos (cultivos, maquinaria etc.)
Agua	Alcantarillado	Ahorros
Suelos	Puestos de Salud	Préstamos y créditos
Biodiversidad	Salones Comunales	Inversiones
Bosque	Templos religiosos	Impuestos
Áreas recreativas	Comunicaciones	Donaciones
Ríos etc.	Electricidad	Producción agrícola
	Escuelas	Agroindustria o negocios del lugar.
	Hoteles	Venta de mano de obra
	Accesos	Migración
		Remesas
		Bancos
		Cooperativas y asociaciones
		Actividades productivas.

Fuente: elaboración propia, 2016.

### C. Análisis de problemáticas

Esta etapa del diagnóstico es la final, consistió en la identificación de los diferentes problemas existentes y el análisis de los mismos en primera instancia debe comprender la lógica presentada en la figura 13.



Fuente: Dourojeanni, 1994.

Figura 13 Lógica para el análisis de las problemáticas

Posteriormente a recabar toda la información de cada comunidad se identificaron los problemas que comprendan un denominador común en las diferentes comunidades, la selección, se realizó un listado de todos los problemas ambientales identificados y se marcó con una x si la comunidad se ve afectada por ese problema y posteriormente se realizó una sumatoria por problema para ver cuáles son los más constantes, a continuación en el cuadro 7 se presenta un ejemplo de la forma de evaluación de los principales problemas en las comunidades.

Cuadro 7. Ejemplo de matriz de identificación de problemas ambientales más frecuentes en las comunidades de San Rafael Las Flores.

<b>Comunidad/Problema ambiental</b>	<b>Inadecuado uso de la tierra</b>	<b>Contaminación por desechos sólidos</b>	<b>Deforestación para consumo de leña</b>
San Rafael Las Flores		X	
Las Nueces			X
Sabana Redonda	X		
La Vega	X		
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: elaboración propia, 2016.

- a. Problemas ambientales a determinar en la sub-cuenca y su cuantificación a nivel municipal.

- i. Deforestación

La deforestación se estimara para la sub-cuenca y el municipio de San Rafael Las Flores por medio de un análisis de teledetección y sistemas de información geográfica SIG, específicamente utilizando una clasificación de tipo supervisada, utilizando imágenes del satélite-sensor Landsat TM-.

Todo es en base a un ráster a analizar, se generó una capa de puntos y se clasificará cada uno según los datos que se necesitaban separar, por ejemplo, en los mapas se quiere distinguir masas de agua, terreno sin vegetación, terreno con vegetación y terreno construido, por lo tanto haremos muchos puntos en terreno con agua y en su id de atributos pondremos un número: (agua=1, vegetación=2, tierra=3, construido=4).

La metodología consiste en traslapar la cobertura del año 1991-2006-2016 para establecer la dinámica que ha sufrido la sub-cuenca por medio de los sistemas de información geográficos.

Además la información se realizó recorridos o transectos para validar la información obtenida, geo posicionando en base a puntos los diferentes tipos de cobertura que con la clasificación supervisada nos dio un indicador de precisión.

- ii. Agua potable

En la primera fase se recabo información de las fuentes naturales que abastecen las diferentes comunidades, en la mayoría de casos se aforaron y se obtuvo como producto mapa de fuentes de abastecimiento de agua para los diferentes centros poblados.

Posteriormente se realizó un mapa de cobertura de cloración del agua en donde se identificaron los centros poblados que están cubiertos con este servicio para garantizar la potabilidad de agua.

En sentido de calidad se recabaron datos proporcionados por el centro de salud de San Rafael Las Flores en relación a análisis de agua a pozo mecánico (único que abastece a todo el casco urbano), tanque de distribución y grifos domiciliarios para garantizar la potabilidad del agua en sentido bacteriológico, físico-químico y metales pesados.

Además en el 2016 por parte de la municipalidad se realizaron muestreos para validar la información obtenida en los muestreos de agua por medio del centro de salud.

Además se realizó muestreo de agua en los nacimientos en Morales, Mataquescuintla que también abastece al casco urbano, y un pozo cercano al casco urbano esto con el fin de determinar la calidad del agua en el centro poblado, con esto se determinarían ciertos parámetros y posibles enfermedades o vectores de enfermedades presentes en la misma.

Por último se realiza un análisis circunstancial de la problemática encontrada en las fuentes de agua del municipio con énfasis en el casco urbano.

### iii. Aguas residuales

El agua residual es un tema de mucha relevancia en el municipio de San Rafael Las Flores, Según el acuerdo gubernativo No. 236-2006 emite el reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y la disposición de lodos y según el acuerdo ministerial 105-2008 acuerda aprobar el manual general del reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos.

A partir de lo anterior se extrajo la metodología a seguir para poder elaborar el estudio técnico de las descargas de aguas residuales y de la disposición de lodos del municipio de San Rafael Las Flores.

En cumplimiento al artículo 6 el contenido del estudio técnico se elaboró y se presentara en este documento:

- Información general
  - a) Nombre, razón o denominación social, en este caso la municipalidad de San Rafael Las Flores.
  - b) Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
  - c) Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente reglamento (Municipalidad de San Rafael Las Flores)
  - d) Horarios de descarga de aguas residuales.
  - e) Descripción del tratamiento de aguas residuales
  - f) Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables.
  - g) Caracterización de las aguas para reúso
  - h) Caracterización de lodos a disponer
  - i) Caracterización del efluente
  - j) Identificar el cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales.
  - k) Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales.
  - l) Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.
  
- Productos generados
  - a) Plano de localización y ubicación con coordenadas geográficas, del ente generador o de la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público.
  - b) Plano de ubicación y localización con coordenadas geográficas, del o de los dispositivos de descarga, para la toma de muestras tanto del efluente como afluente.
  - c) Informe de resultados de las caracterizaciones realizadas.

#### iv. Erosión

La erosión se estimara por medio del método de USLE/RUSLE, por medio de este se estimara la perdida de suelos por erosión hídrica de la sub-cuenca los vados, todo el análisis se realizó por medio de sistemas de información geográfica, en la cual aplicara la formula universal de perdida de suelo USLE/RUSLE.

El proceso constará de los siguientes pasos:

- a) Raster Del área de estudio
- b) Relleno (Fill)
- c) Pendiente (Slope)
- d) Dirección del flujo (Flow Direction)
- e) Acumulación (Flow accumulation)
- f) Estaciones meteorológicas, obtener factor R mediante el método Spline.
- g) Obtener el factor C mediante la conversión de shapefile a raster.
- h) Obtener el factor K mediante la interpolación de puntos de muestra (método IDW).
- i) Raster Calculator (Calcular el factor F)
- j) Raster Calculator (Calcular el factor M)
- k) Raster Calculator (calcular el factor L)
- l) Raster Calculator (Calcular el factor S)
- m) Raster Calculator (calcular el factor LS)

#### Productos generados

- a) El factor de erosividad de las precipitaciones (R) según Roose, Morgan,
- b) Foster y el índice modificado de Fournier.
- c) El factor de erodabilidad del suelo (K).
- d) El factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS).
- e) El factor de cobertura vegetal o uso actual del suelo (C).
- f) Mapa de erosión del municipio (Tm/ha/año).

v. Desechos sólidos

Los desechos sólidos es un tema que incluye varios aspectos tales como la generación, separación, almacenamiento, recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos.

Para la investigación se tomó de base el manual denominado “Plan de manejo de los desechos y residuos sólidos” y básicamente utilizar un instrumento para catalogar el servicio prestado por la municipalidad y su cuantificación.

b. Matriz de causas y efectos

La matriz de causas y efectos se realizó en base a los principales problemas encontrados en la sub-cuenca, determinado a través de la metodología explicada en el inciso anterior. A cada problema central se le determinara las posibles causas que provocaban el mismo y posteriormente el impacto o el efecto potencial que puede producir en la sub-cuenca, en el cuadro 8 podemos apreciar un ejemplo de la matriz a aplicar en la investigación.

Cuadro 8. Ejemplo de matriz de causas-efectos.

<b>Problema</b>	<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>
Contaminación por desechos sólidos	Ineficacia de las leyes ante el problema de los desechos sólidos	Incremento de la cantidad de desechos sólidos en los afluentes superficiales por desconocimiento y/o irresponsabilidad de las personas
	Falta de plantas de tratamientos dentro de la sub-cuenca.	Los desechos sólidos llegan a los afluentes superficiales sin un tratamiento previo y esto incrementa la contaminación

Fuente: elaboración propia, 2016.

### c. Árbol de problemas causas y efectos

El árbol de problemas es una técnica que se empleó para identificar la situación negativa (problema central), la cual se intentara solucionar analizando relaciones de tipo causa-efecto. Para ello, se formuló el problema central de modo tal que permita diferentes alternativas de solución, en lugar de una solución única.

Luego de haber sido definido el problema central, se exponen tanto las causas que lo generan como los efectos negativos producidos, y se interrelacionan los tres componentes de una manera gráfica.

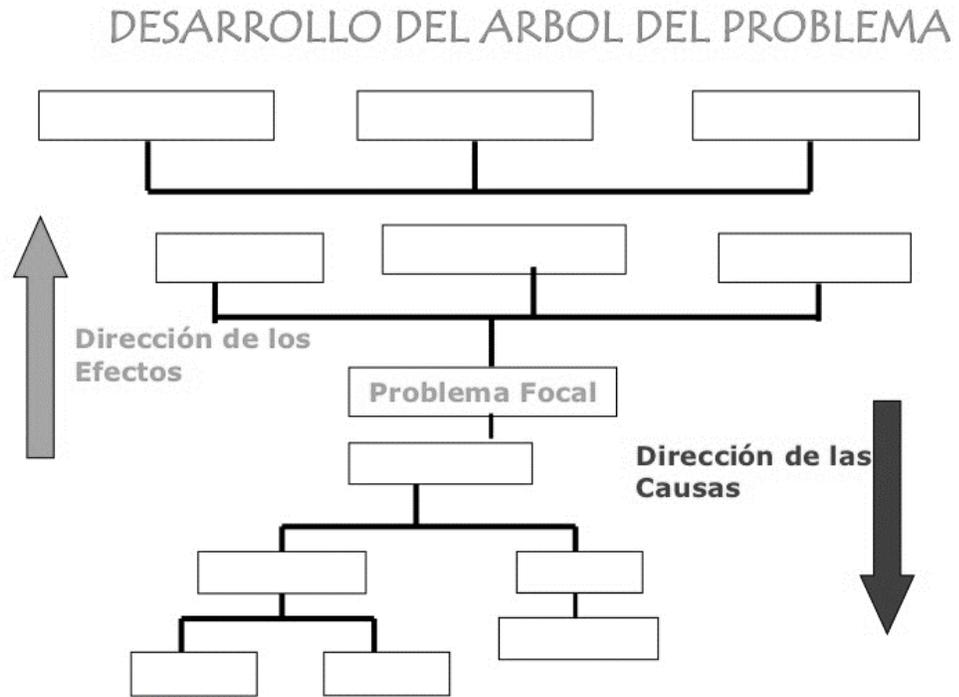
La técnica adecuada para relacionar las causas y los efectos, una vez definido el problema central, es la lluvia de ideas, esta técnica Consistió en hacer un listado de todas las posibles causas y efectos del problema que surjan, luego de haber realizado un diagnóstico sobre la situación que se quiere resolver.

Cómo se elaborara el árbol de problemas

A. Se definió el problema central (TRONCO).

B. Las causas esenciales y directas del problema se ubicaron debajo del problema definido (RAÍCES).

Las causas son las condiciones que determinan o influyen en la aparición del problema. Es importante verificar la relación directa que existe entre ellas y el problema, en la figura 14 podemos observar el desarrollo de un árbol de problemas.



Fuente: Díaz, 2012

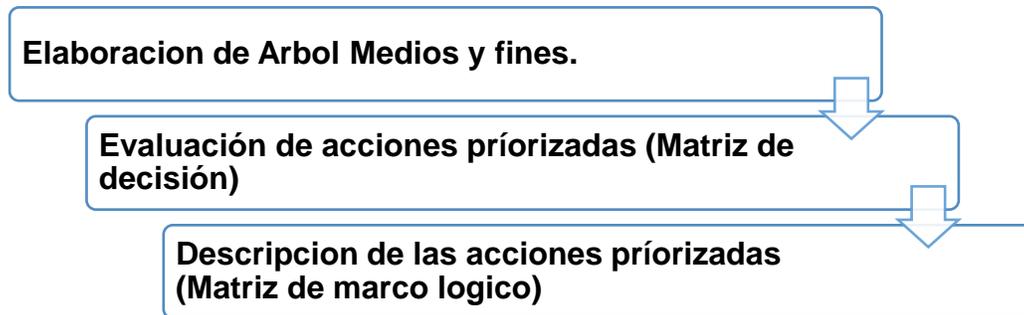
Figura 14. Ejemplo de árbol de causas y efectos

C. Los efectos o manifestaciones se ubican sobre el problema central (copa o frutas). Se refieren a las consecuencias e impacto producidos por el problema.

D. Se examinaron las relaciones de causa y efecto, y se verificó la lógica y la integridad del esquema completo.

### 2.4.3 Plan de manejo

El plan de manejo de la sub-cuenca se culminará incluyendo la información generada en la caracterización y el diagnóstico; pero su base esencial comprenderá el siguiente orden representado en la figura 15.



Fuente: Dourojeanni, 1994.

Figura 15. Etapas del plan de manejo de la sub-cuenca.

#### A. Árbol de medios y fines

Este árbol se realizó en base al árbol de causas y efecto, es el sentido positivo del árbol mencionado anteriormente.

#### B. Evaluación y descripción de acciones priorizadas

Para la priorización de las acciones a desarrollar en el área de estudio se evaluaron cuatro aspectos cada uno de estos con una ponderación Total de 25 puntos cada uno se evalúan aspectos de diferente índole que podemos apreciar en la figura 11.

- Ambiental: Se evaluara la prioridad de las acciones en el sentido en el que dicha acción favorecía el uso sostenido de los recursos naturales.

- **Financiero:** Se establecerán como parámetros para la evaluación la existencia de instituciones financieras para desarrollar la acción.
- **Técnico:** Para priorizar una acción en el sentido técnico se evaluará la factibilidad de realizarla.
- **Social:** se establecerá como parámetros el beneficio de la acción a realizar hacia la población y su impacto hacia la sostenibilidad social.

Desde el punto de vista de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente se elaborará una escala de 0 a 5 para evaluar las acciones y proseguir a priorizarlas según los resultados obtenidos de la asignación, en el cuadro 9 se presenta la matriz para la obtención de acciones priorizadas.

Cuadro 9. Matriz para obtención de acciones priorizadas

		Ámbitos e Indicadores															
		Ámbito Tecnológico					Ámbito Social					Ámbito Económico			Ámbito Ambiental		Total
<b>Ejes</b>																	
<b>Medios</b>																	
<b>Acciones</b>																	
	<b>Disponibilidad en el país</b>																
	<b>Capacitación para el uso de la tecnología</b>																
	<b>Grado de Implementación</b>																
	<b>Aceptación de la tecnología</b>																
	<b>Total</b>																
	<b>Mejora en la calidad de vida</b>																
	<b>Inclusión de la comunidad</b>																
	<b>Socialmente admisible</b>																
	<b>Permanencia a largo plazo</b>																
	<b>Total</b>																
	<b>Acceso a fuentes de financiamiento</b>																
	<b>Rentabilidad</b>																
	<b>Demanda del producto</b>																
	<b>Costo de inversión inicial</b>																
	<b>Total</b>																
	<b>Impacto al Aire</b>																
	<b>Impacto Edáfico</b>																
	<b>Impacto Hídrico</b>																
	<b>Contribución a la Biodiversidad</b>																
	<b>Total</b>																
	<b>Total General</b>																

Fuente: Jiménez, 2017.

### C. Descripción de las acciones priorizadas

Según las acciones priorizadas, es decir las que impliquen mayores valores de priorización se procedió a desarrollar la propuesta para mitigar el problema ambiental, se presentara por medio de una matriz de marco lógico con su respectivo Fin, Propósito, Componente y Acción.

Cabe resaltar que estas acciones priorizadas presentadas por medio de la matriz de marco lógico ya puede ser utilizada por las autoridades competentes para ejecutarla a nivel de pre factibilidad, en el cuadro 10 se da un ejemplo de la formulación de la matriz de marco lógico a utilizar en el documento.

Cuadro 10. Matriz de marco lógico para acciones priorizadas.

	<b>Resumen de objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Fin</b>				
<b>Propósito</b>				
<b>Componentes</b>				
<b>Acciones</b>				

Fuente: Jiménez, 2007.

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.5.1 Caracterización

#### A. Características socioeconómicas

##### a. Características demográficas de la población presente en la sub-cuenca Los Vados

La sub-cuenca “Los Vados” está conformada por 4 municipios, dos municipios de Jalapa (San Carlos Alzatate y Mataquescuintla) y dos municipios de Santa Rosa (San Rafael Las Flores y Casillas).

La población Total estimada dentro de la sub-cuenca para el año 2016 es de 30,336 personas.

A continuación se presenta el cuadro 11 que es producto de la consulta popular en relación a la categoría y población de los lugares poblados del municipio de San Rafael Las Flores durante el año 2015.

Cuadro 11. Centros poblados del municipio de San Rafael Las Flores pertenecientes a la sub-cuenca “Los Vados”

Municipio	Nombre	Categoría	Hombres	Mujeres	Total
SAN RAFAEL LAS FLORES SANTA ROSA	Las Nueces	Aldea	700	690	1390
	El Copante	Aldea	259	258	517
	San Rafael Las Flores	Pueblo	1925	2000	3925
	Los Planes	Caserío	195	210	405
	La Carbonera	Finca	6	3	9
	El Volcancito	Caserío	250	355	605
	El Fucio	Caserío	217	235	452
	El Hato	Finca	10	7	17
	Sabana Redonda	Aldea	341	371	955
	San Juan Bosco	Aldea	500	480	980
	Palo Negro	Finca	60	46	106
	La Doncellita	Finca	27	28	55
	San Rafaelito	Aldea	250	275	525
	El Quequexque	Aldea	215	213	428
	La Lagunilla	Caserío	135	150	285
	La Ceibita	Caserío	26	30	56
	Media Cuesta	Aldea	800	815	1615
	Las Cortinas	Finca	45	50	95
	La Vega	Caserío	80	69	149
	Los Vados	Caserío	120	114	234
	Las Estanzuelas	Aldea	340	333	673
	El Portezuelo	Finca	24	16	40
	El Chanito	Caserío	170	168	338
Chan Grande	Aldea	150	155	305	
Las Delicias	Finca	175	140	315	
		<b>Total</b>	<b>7,020</b>	<b>7,211</b>	<b>14,474</b>

Fuente: Municipalidad San Rafael Las Flores, 2015.

Para los datos poblacionales de los municipios de Mataquescuintla, San Carlos Alzatate y Casillas se utilizó la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y se realizó una proyección para el año 2016, en el cuadro 12, 13 Y 14 se presentan los datos de población de las comunidades presentes en la sub-cuenca.

Cuadro 12. Centros poblados del municipio de Mataquescuintla perteneciente a la sub-cuenca "Los Vados"

MATAQUESCUNTLA JALAPA	Nombre	Categoría	Hombres	Mujeres	Total
	El Tenzquito	Caserío	113	93	206
	El Retiro	Finca	21	34	55
	Mataquescuintla*	Villa	2,895	3111	6006
	El Carmen	Finca	53	50	103
	Barrios	Caserío	692	675	1367
	El Aguacatillo	Caserío	188	153	341
	La Concepción	Finca	20	13	33
	Las Minas	Finca	11	14	25
	Morales	Aldea	566	539	1105
	Las Maronchas	Finca	127	132	259
	Ushegues	Caserío	44	44	88
	El Pedregal	Hacienda	1	1	2
	Río Dorado	Caserío	43	49	92
		<b>Total</b>		<b>4,774</b>	<b>4,908</b>

Fuente: INE, 2002.

Cuadro 13. Centros poblados del municipio de Casillas perteneciente a la sub-cuenca "Los Vados"

Municipio	Nombre	Categoría	Hombres	Mujeres	Total
CASILLAS	El Carmen	Caserío	201	193	394
	Barrera	Caserío	175	160	335
	Pocitos De Barrera	Caserío	40	39	79
	El Pinalito	Caserío	209	202	411
	Pocitos De Tapalapa	Caserío	103	82	185
	San Juan Talpetate	Aldea	226	233	460
	San Juan Tapalapa	Aldea	1051	1030	2081
		<b>Total</b>	<b>2,005</b>	<b>1,939</b>	<b>3,945</b>

Fuente: INE, 2002.

Cuadro 14. Centros poblados del municipio de San Carlos Alzatate perteneciente a la sub-cuenca "Los Vados"

Municipio	Nombre	Categoría	Hombres	Mujeres	Total
SAN CARLOS ALZATATE, JALAPA	Nueva Concepción	Caserío	119	132	251
	Buena Vista				
	Tapalapa	Aldea	153	158	311
	El Duraznito	Caserío	92	80	172
	Las Flores	Aldea	742	759	1501
		<b>Total</b>	<b>1,106</b>	<b>1,129</b>	<b>2,235</b>

Fuente: INE, 2002.

La población por genero dentro de la sub-cuenca "Los Vados está distribuida en un 50 % hombres y un 50 % mujeres, la población por genero la podemos observar en el cuadro 15 y figura 16.

Cuadro 15. Población por género por municipio dentro de la Sub-cuenca Los Vados

Municipio	Hombres	% Hombres	Mujeres	% Mujeres	Total
Mataquescuintla	4774	50	4908	50	9,682
San Rafael Las Flores	7,020	49	7,211	51	14,474
San Carlos Alzatate	1,106	49.5	1,129	50.5	2,235
Casillas	2,005	51	1,939	49	3,945
<b>Total</b>	<b>17701</b>	<b>50</b>	<b>17924</b>	<b>50</b>	<b>30,336</b>



Figura 16. Población por género de los municipios que comprenden la sub-cuenca Los Vados.

A manera general dentro de la sub-cuenca la población aproximadamente en un 50 % se encuentra en el rango de los 15 años hasta los 64 años de ahí con el 24 % y 23 % respectivamente se presentan las edades en los rangos de 0 años - 6 años y 7 años – 14 años, para el municipio de San Rafael las Flores específicamente se mantiene esta tendencia (ver figura 17).

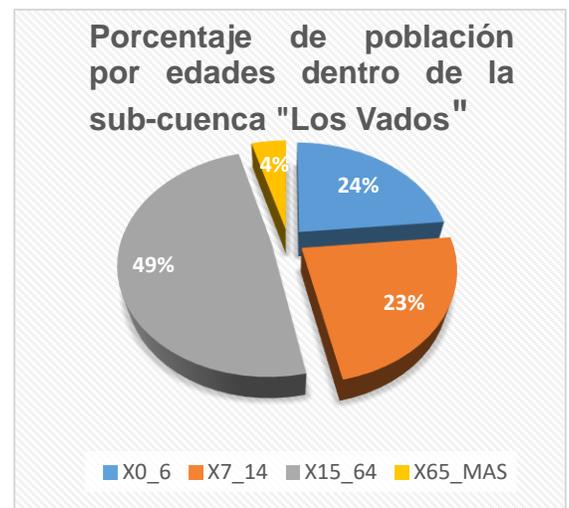


Figura 17. Porcentaje de población por edades dentro de la sub-cuenca "Los Vados"

La población económicamente activa dentro de la sub-cuenca Los Vados la representa únicamente el 25 % de la población (7,584 personas) de las 30,336 personas presentes en la sub-cuenca, específicamente para el municipio de San Rafael Las Flores se presenta que la población económicamente activa la representa el 36 % de la población (5,263) de las 14,474 personas estimadas para el municipio de San Rafael Las Flores, en la figura 18 podemos observar el porcentaje de la población económicamente activa dentro de la sub-cuenca “Los Vados.

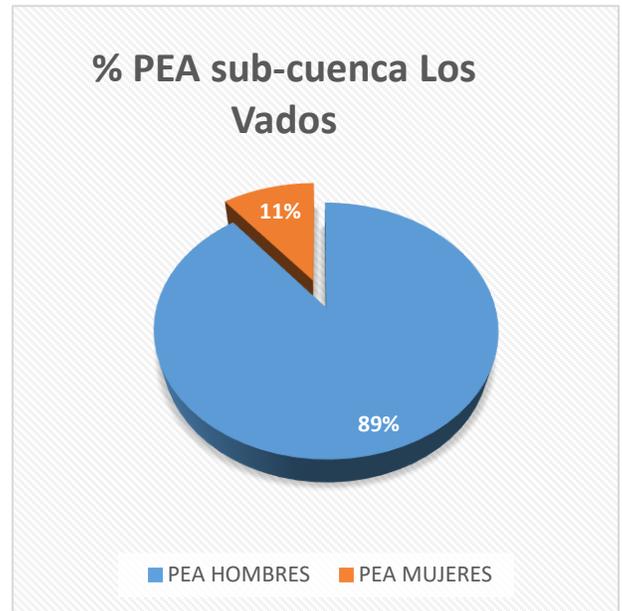


Figura 18. Porcentaje de PEA por género de la sub-cuenca “Los Vados”

La densidad poblacional para la sub-cuenca los vados está determinada el cociente de la cantidad de personas (30,336) y su extensión (155.44 km<sup>2</sup>) para la sub-cuenca la densidad poblacional es de 195 personas/ km<sup>2</sup>. específicamente para el municipio de San Rafael Las Flores, que posee una población de 14,474 personas en una extensión de 85 km<sup>2</sup> posee una densidad poblacional de 170 personas/km<sup>2</sup>, en la figura 14 se presenta un mapa de concentración demográfica de la sub-cuenca “Los Vados”. En la figura 19 podemos observar el mapa de concentración demográfica de los diferentes poblados de la sub-cuenca Los Vados.

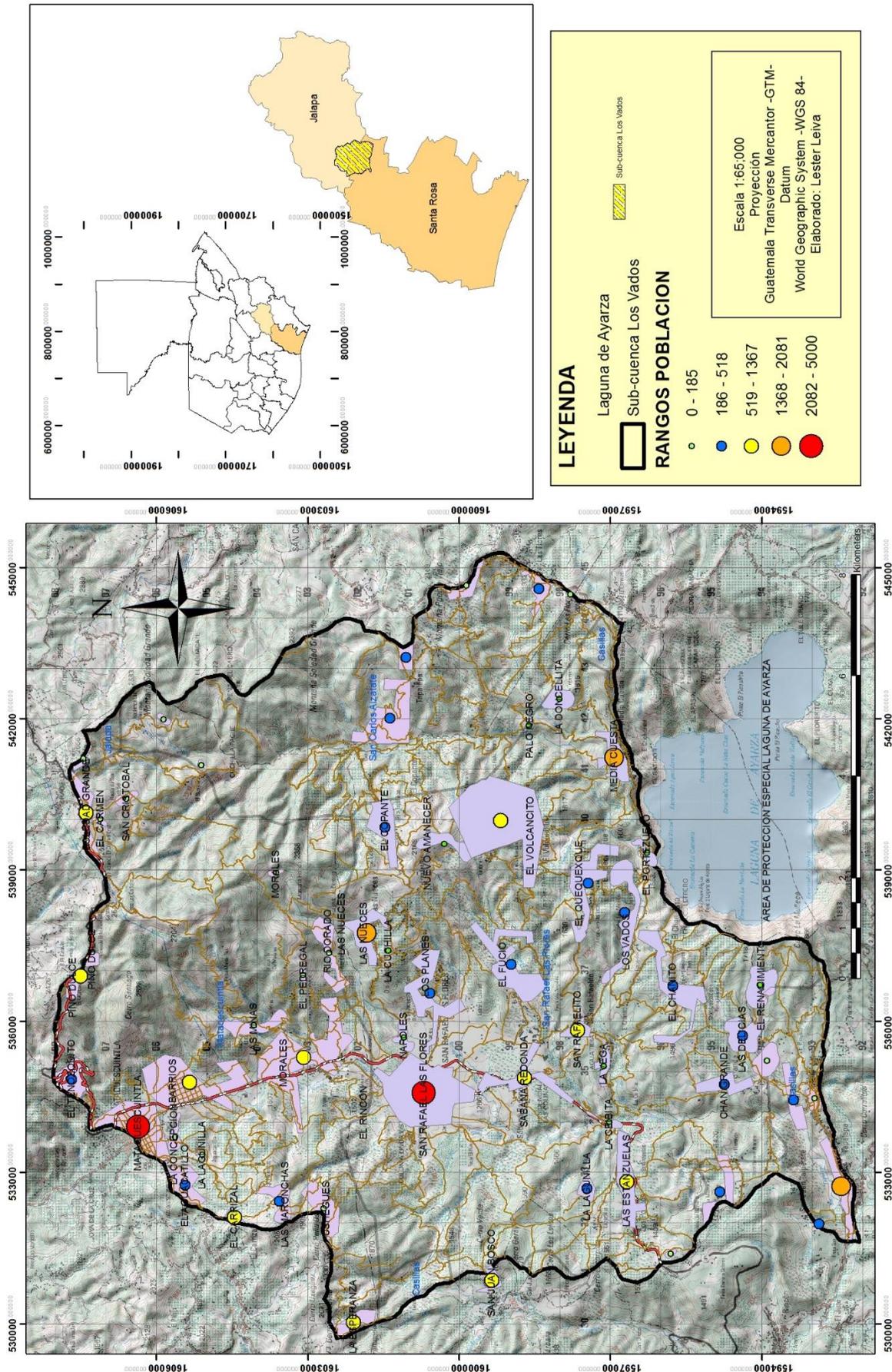


FIGURA 19. MAPA CONCENTRACION DEMOGRAFICA SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.

- b. Características económicas e índice de calidad de vida de la población presente en la sub-cuenca Los Vados.

El salario mínimo agrícola reportado por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social 2011, para el área del departamento de Santa Rosa es de Q 52.00 por jornal trabajado.

Según la encuesta realizada por Escalante 2011, reporta que en cuanto a los ingresos económicos de la población de la parte alta del Río Los Esclavos, se estableció que el 70% de la población encuestada percibe ingresos de hasta mil quetzales mensuales, cantidad que se encuentra por debajo del salario mínimo vigente en Guatemala e insuficiente para cubrir gastos esenciales de una persona. El 30 % restante posee ingresos superiores a los Q 1,000.00 por mes esto lo podemos apreciar en el cuadro 16.

Cuadro 16. Salarios mensuales y anuales

% de encuestados	Salario mensual	Salario anual
30%	<Q1,000	-----
70%	>=Q1,000	Q12,000

Fuente: Pérez Escalante 2011.

El índice de pobreza general en el municipio de San Rafael Las Flores es del 63.4%, con una pobreza extrema del 25.6 %, el cuadro 17 presenta los porcentajes de pobreza y pobreza extrema de los municipios dentro de la sub-cuenca “Los Vados”.

Cuadro 17. Porcentaje de pobreza y pobreza extrema para municipios dentro de la sub-cuenca “Los Vados”

Municipio	Porcentaje de pobreza	Porcentaje pobreza extrema
Mataquescuintla	75.45	30.5
San Carlos Alzatate	84.9	32.9
San Rafael Las Flores	<b>63.4</b>	<b>25.6</b>
Casillas	70	23

Fuente: SEGEPLAN, 2010

El índice de desarrollo humano (IDH) al 2002 para el municipio de San Rafael Las Flores es de 0.575 (PNUD), por debajo de la media departamental que es de 0.604, con un índice de salud de 0.627, un índice educativo de 0.555 y un índice de ingresos de 0.543, la calidad de vida la podemos ver representada en la figura 20.

El índice de calidad de vida (SEGEPLAN 2008), ubica al municipio de San Rafael Las Flores en el puesto número 256 del listado nacional con un nivel de vida alto.

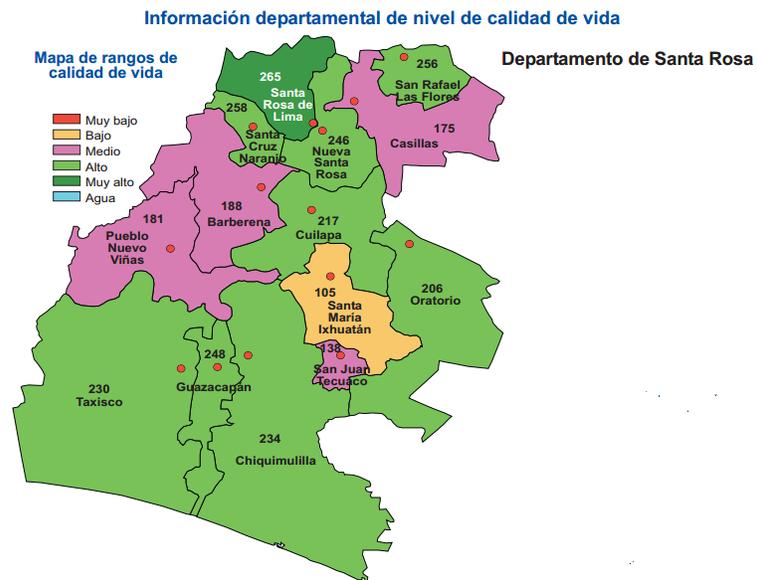


Figura 20 Mapa de información de nivel de calidad de vida, Departamento de Santa Rosa

c. Características educativas de la población presente en la sub-cuenca Los Vados.

En la sub-cuenca se presenta un índice de baja escolaridad muy alto, aproximadamente el 90 % de la población no tienen ningún estudio o únicamente han terminado la primaria, lo restante (10 %) lo conforman las personas que poseen educación media o superior.

La tendencia mencionada anteriormente se repite en el municipio de San Rafael Las Flores, en el cuadro 18 y 19 se muestra la población por nivel de escolaridad tanto a nivel de sub-cuenca y nivel de municipio

Cuadro 18. Población por nivel de escolaridad en la sub-cuenca “Los Vados.”

	<b>No. Personas</b>	<b>% Personas</b>
Ninguna Escolaridad	9354	40.77
Pre-Primaria	168	0.73
Primaria	12217	53.25
Media	1144	4.99
Superior	60	0.26

Cuadro 19. Población por nivel de escolaridad en municipio de San Rafael Las Flores.

	<b>No. Personas</b>	<b>% Personas</b>
Ninguna Escolaridad	5016	37.26
Pre-Primaria	95	0.70
Primaria	7586	56.34
Media	716	5.32
Superior	52	0.38
Total	13465	100.00

d. Idioma local, costumbres y tradiciones

Las principales celebraciones se realizan tomando en consideración las tradiciones religiosas, su feria titular se celebra del 22 al 26 de octubre en honor a San Rafael Arcángel.

Dado a que la mayoría de su población es mestiza, el idioma que predomina es el español, por ser una población ladina sigue patrones propios de esta cultura, tales como utilizar un vestuario occidental, la gastronomía incluye granos básicos, hierbas vegetales y aves de corral, entre otros.

Tiene tradiciones que se transmiten de generación en generación como la creencia de espíritus buenos y malos, la trascendencia del espíritu de las personas difuntas hacia otra dimensión, la utilización de amuletos como por ejemplo los ajos en los negocios, las leyendas de espíritus en pena y otras, en el cuadro 20 se representa el porcentaje de los idiomas predominantes.

Cuadro 20. Idiomas predominantes en municipios dentro de la sub-cuenca “Los Vados”

<b>Municipio</b>	<b>Porcentaje español</b>	<b>Porcentaje idioma Poqomam</b>	<b>Porcentaje idioma Xinka</b>
Mataquescuintla	96.6 %	3 %	0.4 %
San Carlos Alzatate	95 %	5 %	---
San Rafael Las Flores	99.99 %	---	0.01 %

Según los planes de desarrollo municipal de las tres municipalidades, arriba enlistadas el idioma predominante en la región que ocupa en la sub-cuenca “Los Vados” es el español.

Para el caso de San Carlos Alzatate se identifica el que el 85 % de la población se idéntica con la etnia maya Poqomam, pero por factores de adopción de culturas occidentales lamentablemente el dominio de dicho idioma se ha perdido.

- e. Características de migraciones (Inmigraciones y emigraciones) de la población presente en la sub-cuenca Los Vados.

El aspecto migratorio comúnmente se describe por medio de dos parámetros (Inmigración y emigración), a continuación se presenta dos tablas donde se resumen las principales destinos y causas por parámetro.

Según la información recopilada de los planes de desarrollo municipal de los tres municipios que conforman, se presenta el cuadro 21 en relación a la inmigración por municipio.

Cuadro 21. Inmigración por municipio dentro de la sub-cuenca “Los Vados”

<b>Municipio</b>	<b>Número de personas al 2010</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Causa</b>
Mataquescuintla	1,978	27 %	Comercio y trabajos varios
San Carlos Alzatate	1,289	18 %	Comercio y actividades varias
San Rafael Las Flores	2445	30 %	Trabajo varios y minería

Como se puede observar que la principal causa de la inmigración a los municipios es debido al requerimiento de mano de obra no calificada para la cosecha de café, ya que la cuenca está ubicada en un área eminentemente cafetalera, ahora bien el otro factor muy importante es el de la presencia de la minería, que ha generado empleos en la zona.

En el cuadro 22 se puede observar la emigración presenten en la sub-cuenca Los Vados.

Cuadro 22. Emigración por municipio dentro de sub-cuenca “Los Vados”

<b>Municipio</b>	<b>Número de personas al 2010</b>	<b>Destinos</b>	<b>Causa</b>
Mataquescuintla	7050	Ciudad capital y Estados Unidos	Búsqueda de trabajo y Estudios
San Carlos Alzatate	872	Santa Rosa, Ciudad capital y Estados Unidos	Búsqueda de Trabajo y Estudios
San Rafael Las Flores	2169	*Ciudad capital y Estados Unidos	Búsqueda de Trabajo y Estudios

Según la información recopilada de los planes de desarrollo municipal de los tres municipios se puede observar que la migración se da especialmente para la ciudad capital para la búsqueda de trabajo dicha migración se ve conformada principalmente por población joven. Para el caso de la migración para estados unidos todos los municipios reportan que existe,

solamente el municipio de San Rafael Las Flores reporta cantidades que van desde los 1000 a 1500 personas que viajaron a Estados Unidos para la búsqueda de trabajo, según el plan de desarrollo esta información fue obtenida en un taller donde participaron los COCODES de las comunidades de dicho municipio.

- g. Organización social, cooperativismo y formas de asociación presentes en la sub-cuenca Los Vados.

En el municipio de San Carlos Alzatate se ha identificado que existen territorios comunales, donde cada persona posee un documento de posesión de tierra, siendo distribuida entre los miembros de la comunidad en usufructo vitalicio o con derecho de uso, este es hereditario, solo entre los miembros del municipio, entre ellos pueden realizar negocios de compra venta, en San Rafael Las Flores no existen territorios comunales.

La representación de organizaciones campesinas es relativamente baja en la sub-cuenca ya que solo en el municipio de San Rafael Las Flores se encuentra la asociación de Ganaderos y Agricultores de Mataquescuintla y San Rafael Las Flores (INACOP 2009).

En San Rafael Las Flores se cuentan con 26 COCODES conformados, en la mayoría de comunidades se tiene conformado, algunas se asocian a otras y por esa razón no presentan su COCODE, a continuación en el cuadro 23 se presenta una síntesis de los consejos comunitarios de desarrollo presentes.

Cuadro 23. Consejos comunitarios de desarrollo del Municipio de San Rafael Las Flores

No.	Comunidades	Población total	Distancia al municipio	Cocodes
1	Área Urbana	3,925		SI
2	Aldea Las Nueces	1,390	5 KILOMETROS	SI
3	Aldea El Copante	517	9 KILOMETROS	SI
4	Aldea Los Planes	405	1 KILOMETROS	SI
5	Aldea La Cuchilla	328	2 KILOMETROS	SI
6	Aldea Sabana Redonda	955	1 KILOMETROS	SI
7	Aldea El Fucio	452	4 KILOMETROS	SI
8	Aldea El Volcancito	605	8 KILOMETROS	SI
9	Aldea El Quequexque	428	7 KILOMETROS	SI
10	Aldea San Rafaelito	525	3 KILOMETROS	SI
11	Caserío Los Vados	234	7 KILOMETROS	SI
12	Aldea Media Cuesta	1,615	9 KILOMETROS	SI
13	Caserío La Doncellita	55	10 KILOMETROS	NO
14	Caserío Palo Negro	106	14 KILOMETROS	SI
15	Caserío Las Cortinas	95	14 KILOMETROS	SI
16	Caserío El Cielito	185	6 KILOMETROS	SI
17	Aldea El Chanito	338	7 KILOMETROS	SI
18	Caserío Las Delicias	315	8 KILOMETROS	SI
19	Caserío El Renacimiento	214	12 KILOMETROS	SI
20	Aldea La Vega	149	4 KILOMETROS	SI
21	Caserío La Ceibita	56	6 KILOMETROS	NO
22	Aldea El Chanon	305	10 KILOMETROS	SI
23	Aldea Estanzuelas	673	5 KILOMETROS	SI
24	Caserío La Laguna	285	6 KILOMETROS	SI
25	Aldea San Juan Bosco	980	10 KILOMETROS	SI
	TOTALES	15,135		23

Fuente: Municipalidad 2015

h. Formas de tenencia de tierra en la sub-cuenca Los Vados.

Específicamente para el municipio de San Rafael Las Flores el coeficiente de Gini con respecto a la tenencia de la tierra a nivel municipal es de 0.687 (PNUD, 2005) siendo uno de los más bajos del departamento e indica desigualdad, habiendo un 32 % de la población que poseen grandes extensiones, mientras que el 68 % poseen poco o no tienen tierra para trabajar. En este caso son obligados a arrendar un terreno para poder cultivar maíz y frijol para sustento de la familia, existiendo una gran demanda para el programa de crédito para arrendamiento de FONTIERRA (SEGEPLAN, 2009), en el cuadro 24 se muestra el índice de Gini presente de los municipios presentes en el municipio.

Cuadro 24. Índice de Gini en función a la tenencia de la tierra para los municipios presentes en la sub-cuenca “Los Vados”

<b>Municipio</b>	<b>Índice De Gini</b>	<b>Porcentaje que posee la tierra</b>	<b>Porcentaje que no posee tierra</b>
Mataquescuintla	0.746	27 %	73 %
San Rafael Las Flores	0.687	32 %	68 %
Casillas	0.795	20.5 %	79.5 %

Éste coeficiente es una medida de concentración de la tierra entre los individuos de una región, en un determinado período. Esta medida está ligada a la Curva de Lorenz. Toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica que todos los individuos tienen cantidad de tierra y 1 indica que sólo un individuo tiene toda la tierra. Como observamos en la tabla el municipio con mayor desigualdad en la distribución de la tierra es Santa Rosa de Lima ya que este tiene un valor cercano al 1.

i. Actividades Productivas en sentido agrícola, forestal, agroforestal, acuícola y ganadera presentes en la sub-cuenca Los Vados.

En la sub-cuenca Los Vados los principales cultivos presentes son esencialmente, la producción de café (Cereza), el maíz blanco, el frijol negro, los pastos naturales para

pastoreo y en menor cantidad la producción de cebolla, tomate entre otros, así podemos verlo representado en el cuadro 23 en relación a los principales cultivos presentes en la sub-cuenca.

El municipio tiene una producción de café bastante fuerte, más del 50 % del territorio posee cobertura con área para producción de café, las comunidades que poseen mayor producción de café son Las Nueces, El Fucio, El Quequexque, Chan Grande, El Chanito, Los Vados, Media Cuesta, Las Cortinas, El Copante y una parte de San Juan Bosco.

Las personas realizan la siembra anualmente en la época lluviosa en la región se utilizan variedades denominadas en la región como catisique (Catisic) y Catimor, para la sombra utilizan galileo (Gravilea), se tiene una producción aproximada de 50-60 quintales por manzana, y el precio de venta registrado ha sido desde los Q160 hasta Q180 por quintal, generalmente la venta se hace en pergamino debido a que no se le da valor agregado al café y se realiza la venta a intermediarios.

El tomate es un producto que se está produciendo en el municipio y ha tomado fuerza en los últimos años, este se produce generalmente en micro túnel o casa maya, y se dedican pequeñas a medianas extensiones de tierra para este cultivo generalmente en Los Planes, en los alrededores del casco urbano, aldea San Juan Bosco, El Fucio y otras comunidades a pequeñas escalas.

La venta del tomate es muy variable debido a que no mantiene una tendencia en el mercado estable y esto hace que sea muy variable, el precio por quintal puede variar desde los Q25 hasta Q200 aproximadamente, en este cultivo se utilizan muchos productos químicos para poder mantener la producción y el control de plagas y enfermedades.

En la laguna de Ayarza se practica la pesca por parte de los pobladores de la región de Media Cuesta, Los Vados, Portezuelo, generalmente se practica a través de anzuelo y el uso de trasmallo, que recordando es un arte de pesca formado por tres redes, una central más tupida y dos exteriores superpuestas, generalmente se realiza por medio de un anzuelo

en horario de la tarde noche, y el uso del trasmallo es nocturno para recogerse el día siguiente. En el cuadro 25 podemos observar una síntesis de los principales cultivos del municipio con su respectiva cuantificación.

Cuadro 25. Principales cultivos del municipio de San Rafael Las Flores

<b>Cultivo</b>	<b>Número de fincas</b>	<b>Superficie total cultivada (Ha)</b>	<b>Producción obtenida en Kg</b>	<b>Rendimiento en Kg/Ha</b>
Café (Cereza)	668	1246	4,614,590.91	3,703.52
Maíz blanco	1101	855.4	160,090.91	187.15
Pastos naturales para pastoreo	88	555.1		
Frijol negro	664	411.6	206,136.36	500.82
Cebolla	120	87.5	1,293,545.45	14,783.38
Maíz amarillo	73	66.5	106,181.82	1,596.72
Pastos naturales para corte	16	15.4		
Aguacate	73	15.4	198,272.73	12,874.85
Tomate	19	9.1	211,500	23,241.76
Chile Pimiento	2	7.7	52,863.64	6,865.41

Generalmente los productos producidos en San Rafael Las Flores, tienen un destino Local o departamental, algunas hortalizas tal es el caso de la cebolla o el tomate si son comercializados nacionalmente, en la figura 21 podemos observar los motores económicos del municipio de San Rafael Las Flores.

**Motores económicos que determinan el potencial económico  
San Rafael Las Flores, Santa Rosa**

Productos	Actividades Secundarias que Generan	Condiciones necesarias para su desarrollo	Ubicación Geográfica	Potencial Productivo (Actual, Dinámico, Emergente y Potencial)	Mercado (Local, departamental, nacional, extranjero)
Café (P)	Mano de obra, beneficiado húmedo, abono orgánico	Asistencia técnica y mercados	Todo el municipio	Actual	Local y departamental
Maíz blanco y amarillo (P)	Tortillerías, Molinos y Comercio	Asistencia técnica, fertilizantes, semillas mejoradas y créditos	Todo el municipio	Actual (subsistencia)	Local y departamental
Frijol (P)	Comercio	Asistencia técnica, fertilizantes, semillas mejoradas y créditos	Todo el municipio	Actual (subsistencia)	Local y departamental
Granja Avícola (P)	Mano obra y comercio	Asistencia técnica	Centro y este del municipio	Dinámico	Local, departamental y nacional
Hortalizas (cebolla y tomate) (P)	Mano de obra	Asistencia técnica, sistemas de riego y créditos	Sector centro del municipio	Emergente	Local, departamental y nacional
Turismo (T)	Mano de obra, hoteles, restaurantes	Vías de acceso, servicios básico, hoteles, restaurantes y promoción	Laguna de Ayarza	Potencial	Local, departamental, nacional y extranjero

Fuente: Análisis territorial, SEGEPLAN 2009

Fuente: SEGEPLAN, 2010.

Figura 21. Motores económicos de San Rafael Las Flores.

Según el censo agropecuario del 2003, el municipio de San Rafael Las Flores cuenta con un hato ganadero de 1647 cabezas de ganado bovino. El área Total de pastos naturales y mejorados es de 850 manzanas, destacando el hecho de que solamente el 4 % de las áreas de pastoreo son pastos mejorados.

La crianza y el manejo de ganado vacuno es de doble propósito (leche y carne) explotándose en pequeña escala, especialmente en las micro regiones del casco urbano, San Juan Bosco y en un menor porcentaje en San Rafaelito, Las Nueces y Media Cuesta.

Según el censo agropecuario en el año 2003, el municipio de San Carlos Alzatate, cuenta con un hato ganadero de 508 cabezas de ganado bovino, el área Total de pastos naturales y mejorados es de 252 manzanas y la crianza y manejo de ganado vacuno es de doble propósito (leche y carne), explotándose con mayor intensidad en la MR El tabacal, comercializando localmente la producción.

j. Industria y agroindustria presente en la sub-cuenca Los Vados.

La mayor actividad que se presenta dentro de la sub-cuenca es la producción de café, existen algunas fincas cafetaleras que dan valor agregado a su producto al procesarlo, los medianos y pequeños productores de café venden a intermediarios, estos llevan el producto a los beneficios que se encuentran en los municipios vecinos, los pobladores de este territorio obtienen sus ingresos por medio de la producción y comercialización de sus cosechas y de los productos que fabrican, algunos los venden directamente, pero en su mayoría se valen de intermediarios, la comercialización de la producción se realiza a través de intermediarios de la misma zona o de otras regiones, los mercados más importantes son el local, nacional y la exportación hacia Estados Unidos y El Salvador.

En los alrededores del casco urbano de Mataquescuintla y Morales están ubicados de igual manera beneficios de café que exporta el producto hacia los Estados Unidos y Europa.

Además no se cuenta con un dato exacto pero se sabe que existen varias aserradores, por ejemplo en la finca Nápoles ubicada en San Rafael Las Flores, y en Mataquescuintla se encuentra un segundo.

La minería es la potencial industria extractiva que existe en la región, específicamente la mina El Escobal se encuentra en el sureste de Guatemala, aproximadamente a 70 km al este sureste de la Ciudad de Guatemala.

El yacimiento es un depósito de vetas de plata, oro, plomo y zinc de sulfuración intermedia albergadas en andesita del Terciario y rocas sedimentarias volcanoclásticas. La mineralización continua de metales preciosos y metales base se extiende en zonas anchas (10 m a 50 m) y se define 2,400 m lateralmente y 1,200 m verticalmente.

Al 1 de enero de 2016, los recursos minerales medidos e indicados para el yacimiento Escobal Totalizaban 389 millones de onzas de plata con una ley promedio de 332 gramos por tonelada (g/t), con cantidades significativas de plomo, zinc y oro. Las Reservas Probadas y Probables ascienden a 29.1 millones de toneladas con una ley promedio de 332 g/t de plata, conteniendo 310.4 millones de onzas de plata.

Tahoe está explotando el yacimiento Escobal por medio de métodos de minería subterránea de perforación con barrenos largos y procesamiento por flotación diferencial para producir concentrados de plomo y zinc ricos en metales preciosos. En 2015, la mina Escobal alcanzó una producción récord de 20.4 millones de onzas de plata en concentrado. La mina está operando actualmente a una tasa de diseño aumentada a 4,500 toneladas por día (tpd).

#### k. Artesanía

Las mujeres de San Rafael Las Flores se han organizado en grupos que han sido capacitados por medio de la inversión privada y organizaciones no gubernamentales, esto ha tenido como producto que las personas, en su mayoría señoras de diferentes comunidades como Media Cuesta o Las Nueces utilicen productos que son reutilizables tales como papel periódico, telas, corcholatas, etc. Para producir productos como zapatos, bolsas, trajes, carteras, canastas que han sido comercializadas generalmente en el mercado local pero se tiene expectativa para poder encontrar canales de distribución.

Por su parte la municipalidad de San Rafael Las Flores ha fortalecido la oficina de la mujer y se han impartido capacitaciones para la elaboración de jabones y enseres para el hogar, productos que también están buscando canales de distribución para fortalecer el sector de artesanía en la región.

## I. Turismo

San Rafael Las Flores, posee bellezas naturales, atractivos paisajes que los visitantes pueden apreciar a través de su trayecto, sitios que tienen gran potencial turístico y que no ha sido aprovechado, entre ellos la laguna de ayarza (SEGEPLAN, 2009), otro lugar de gran potencial turístico y poco conocido lo constituye el sitio arqueológico de Media Cuesta, que puede ser visitado por aquellas personas a quienes les gusta explorar y conocer el pasado, por el momento se encuentra en malas condiciones (SECTUR, 2006).

En la parte alta de la sub-cuenca podemos localizar en el municipio de Mataquescuintla el parque eco turístico “Pino Dulce” siendo una reserva privada que atrae mucho turista local y nacional.

Por todo lo anterior se ha trazado una ruta turística, La municipalidad conjuntamente con el ministerio de economía a través de la promotora de desarrollo turístico (PRODETUR) para los siguientes años en la que se pretende aprovechar de manera sostenible los recursos naturales invaluable que existen en la región, la ruta se desarrollaría en el marco de “One Day”, debido a que tiene gran potencial a atraer turismo de la ciudad capital, esto por la cercanía que existe desde la ciudad capital hacia San Rafael Las Flores (100 km).

Actualmente es de bien mencionar que todo queda en potencialidad debido a que el turismo generalmente es por familias que residen cerca de estos atractivos.

- m. Infraestructura y servicios básicos presentes en las comunidades que comprenden la sub-cuenca Los Vados.

Para el municipio de San Rafael Las Flores en el año 2003, se determinó que el índice de líneas fijas de 0.79 por cada 100 habitantes, la señal para los operadores de Claro y Movistar es relativamente baja en las comunidades y en el casco urbano es buena, y el operador de

telefonía TIGO presenta señal en casi todas las comunidades aunque el internet se merma en las comunidades.

El servicio de internet se hace en un muy reducido número por medio de un modem, y solamente en el casco urbano se cuenta con señal satelital de cable.

En el municipio de San Rafael Las Flores el 11.7 % de las viviendas no cuentan a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable (SEGEPLAN, 2009) actualmente se ha instalado clorinadores en las comunidades para garantizar la calidad del agua en las comunidades y reducir el riesgo de transmisión de enfermedades, en la figura 22 podemos observar la situación actual de la cloración en el municipio.

Ahora en función de la energía eléctrica el 86 % de las viviendas cuenta con el servicio familiar de energía eléctrica.

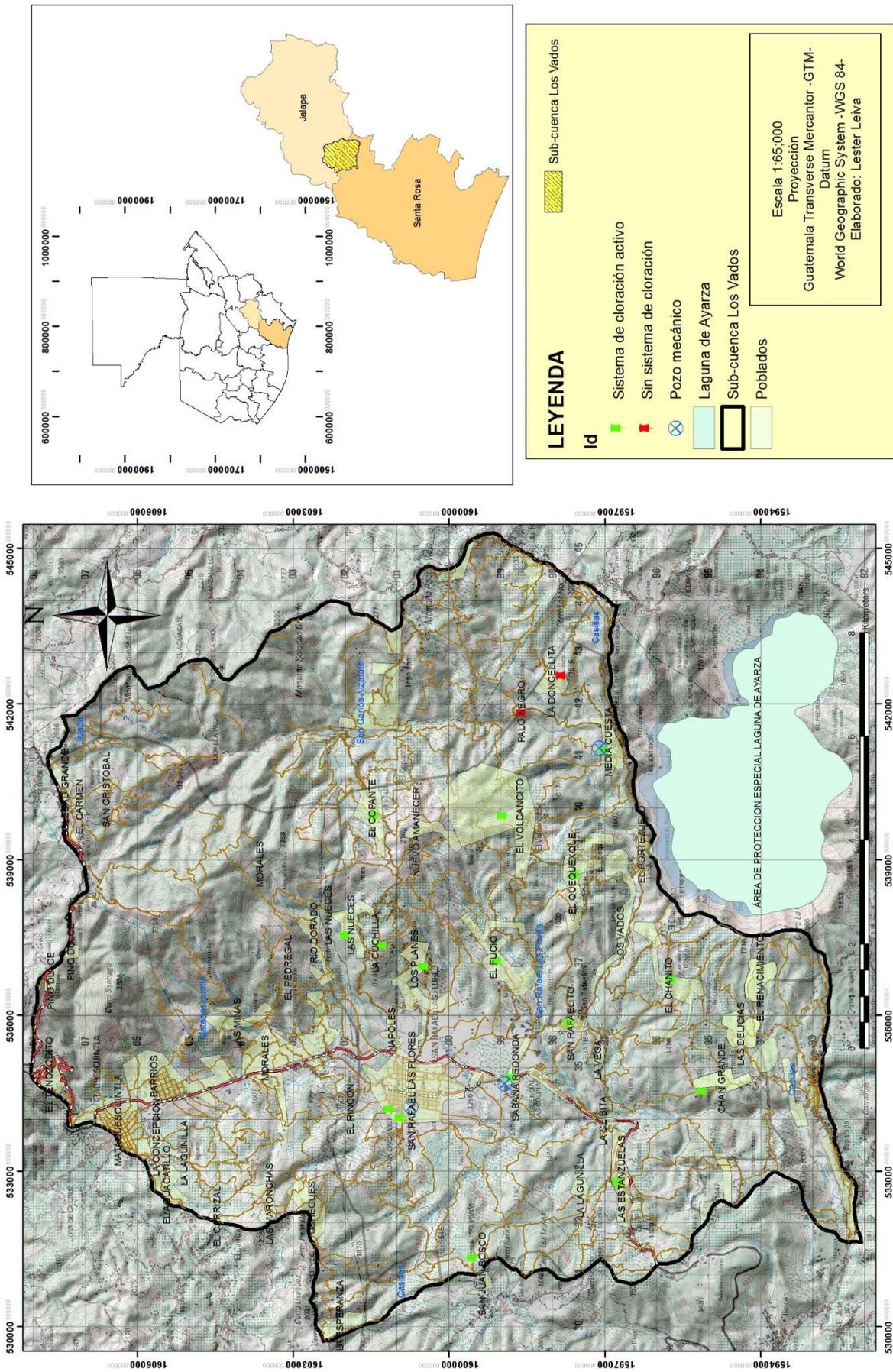


FIGURA 19. SITUACION DE LA CLORACION SUB-CUENTA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.

La recolección de basura en el municipio lo realiza la municipalidad y está contemplado la recolección en todas las comunidades, se tiene un camión recolector que tiene la capacidad de trasladar 2.5 toneladas de basura al máximo de su capacidad, se tienen contempladas la recolección en escuelas, casas y comercios, siendo estos últimos los únicos que pagan el servicio de recolección de basura, contabilizando 120 usuarios en el arbitrio y para los demás es gratuito.

La disposición se realiza en la parte sur del casco urbano en donde se encuentra un vertedero de aproximadamente de 1000 metros cuadrados, el camión recolector realiza aproximadamente 3 descargas en el día, y la municipalidad cuenta con un tren de aseo conformado por 4 personas que son las encargadas de la recolección y traslado (SEGEPLAN, 2010).

San Rafael Las Flores cuenta con un centro de salud tipo A con categoría funcional de Centro de Atención Médica Permanente –CAP con servicios de maternidad, en donde se tiene un horario ampliado de atención las 24 horas del día, los siete días de la semana. Un puesto de salud fortalecido en aldea media cuesta, con atención permanente los siete días de la semana, por auxiliares de enfermería del programa de cohesión social.

Cuatro centros de convergencia, el Quequexque, las nueces y san Rafaelito, administrados por la prestadora de servicios básicos de salud Diócesis de Santa Rosa de Lima, en el marco del programa de extensión de cobertura (SEGEPLAN 2009)

Además se cuenta con cuatro farmacias, una clínica particular y un laboratorio clínico (MSPAS, 2008).

En el municipio podemos encontrar más de 45 escuelas aunque algunas de ellas son compartidas las instalaciones, en el cuadro 26 podemos observar la distribución y en la figura 23 podemos observar su ubicación en diferentes aldeas del municipio.

Cuadro 26. Cobertura educativa por sector y nivel, San Rafael Las Flores, Santa Rosa

Nivel	Oficial	Cooperativa	Privado	Municipal	Total
Preprimaria	15		1	0	16
Primaria	25		1	0	26
Básico	3	1		0	4
Diversificado			1		1

Fuente: Supervisión educativa 2010

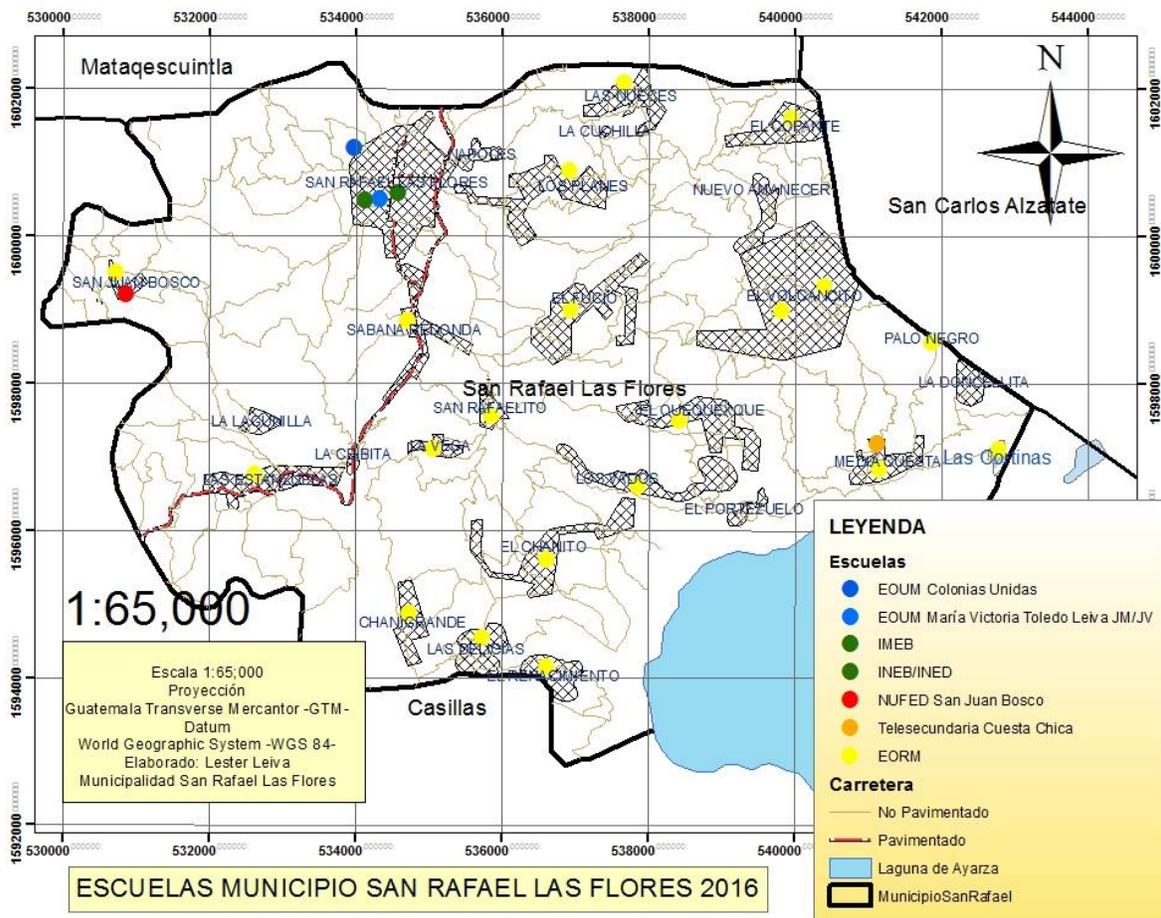


Figura 23. Escuelas en el municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa 2016.

En el municipio se cuenta con una subestación de la policía Nacional Civil, en febrero de 2016 se hizo la apertura del nuevo edificio de la policía nacional civil, Las nuevas instalaciones cuentan con equipamiento, áreas separadas donde pueden convivir hombres

y mujeres policías. También fue donado equipo de lavandería, de cocina y computación; además, se instaló una planta de tratamiento de agua residual.

Esta comisaría es la numero 32 de PNC, la subestación cuenta con 20 agentes divididos en tres turnos, no se cuenta con estación de bomberos dentro del municipio.

#### n. Tecnologías de producción

En la sub-cuenca en general la producción agropecuaria es poco tecnificada, gran parte de la agricultura de subsistencia se realiza en zonas de ladera, solamente en las zonas de valle es posible la mecanización de los cultivos y cuentan con tractores y maquinaria agrícola, existiendo cultivos agrícolas bajo invernadero (SEGEPLAN 2009).

El MAGA estima que se tienen 165.4 hectáreas bajo riego, para cultivo de hortalizas, que son comercializadas fuera del municipio (MAGA, 2013).

#### o. Información de salud y sanidad pública presente en la sub-cuenca Los Vados.

Durante 2008 murieron en San Rafael Las Flores 2 menores de 1 año y no se reportaron muertes de niños de 1 a 4 años, tomando en cuenta que según MSPAS nacieron 224 niños nos proporciona una tasa de mortalidad infantil de 8.9 por mil nacidos vivos.

En 2008 se reportaron 34 muertes generales, lo que da una tasa de 2.99 por 1000 habitantes. Entre las principales causas de la mortalidad general están las enfermedades crónicas degenerativa (35 %) seguido de los homicidios con un 23 %.

No se reportaron casos de VIH/SIDA ni de tuberculosis para el año 2008, es probable que haya subregistro en la morbilidad y mortalidad por SIDA.

El municipio de San Rafael Las Flores es considerado de baja prevalencia para enfermedades transmitidas por vectores –ETV, como lo son el paludismo, Dengue, Sin embargo el caso de la enfermedad de Chagas según la investigación entomológica San Rafael Las Flores ocupa el segundo lugar con mayor índice de infestación intra domiciliar por triatoma dimidiata con 6.0.

## B. Características biofísicas

### a. Condiciones meteorológicas presentes en la sub-cuenca Los Vados.

La precipitación media anual (1990-2010) para la estación río Los Esclavos es de 1775 mm/año.

La precipitación media anual (2010-2016) para la estación Minera San Rafael es de 1315 mm/año.

La evapotranspiración calculada para la estación río Los Esclavos es de 4.61 mm/día aproximadamente 1241 mm/año.

La temperatura media anual (1990-2010) la para la estación río los esclavos es de 24.52 grados centígrados (Parte media cuenca río Los Esclavos).

Mientras tanto la temperatura media anual (2010-2016) para la estación minera San Rafael es de 19.93 grados centígrados (Parte alta cuenca río Los Esclavos).

Los meses que se presenta mayor temperatura son los meses de marzo (25.27 °C), abril (26.11 °C) y mayo con (25.24 grados), mientras los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre generalmente (ver cuadro 27).

Cuadro 27. Promedio mensual de temperatura, precipitación y evapotranspiración de los años 2010-2016.

Estación Minera San Rafael	Promedio mensual Temperatura (2010- 2016)	Evapotranspiración (2010-2016)	Precipitación media mensual (2010-2016)
Enero	18.74	89.90	1.22
Febrero	19.12	91.00	2.57
Marzo	19.56	111.91	30.66
Abril	21.43	114.40	56.00
Mayo	20.97	114.08	182.20
Junio	20.70	110.10	215.94
Julio	21.09	112.84	147.96
Agosto	20.69	114.08	226.98
Septiembre	19.91	108.00	231.83
Octubre	19.64	100.75	185.91
Noviembre	18.92	87.90	18.38
Diciembre	18.44	84.63	2.95
TOTAL	19.93	103.30	1302.61

Los meses que se presenta mayor temperatura promedio son abril con 21.43 °C y Julio con 21.09 °C y los meses que se presenta una mayor precipitación son mayo, junio, agosto y septiembre, en la figura 24 se presenta el climadiagrama de la estación "Minera San Rafael".

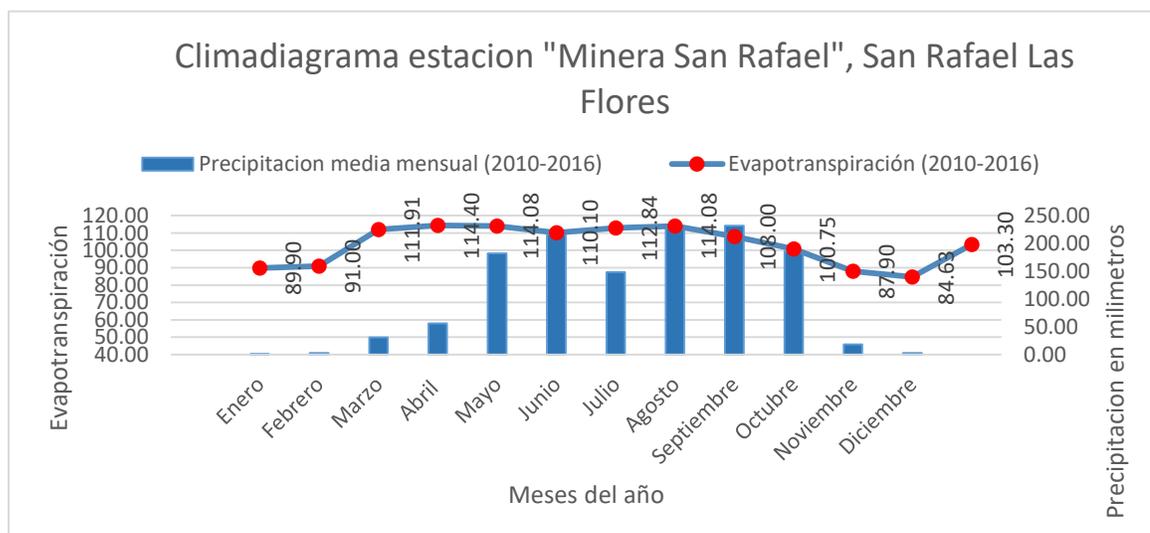


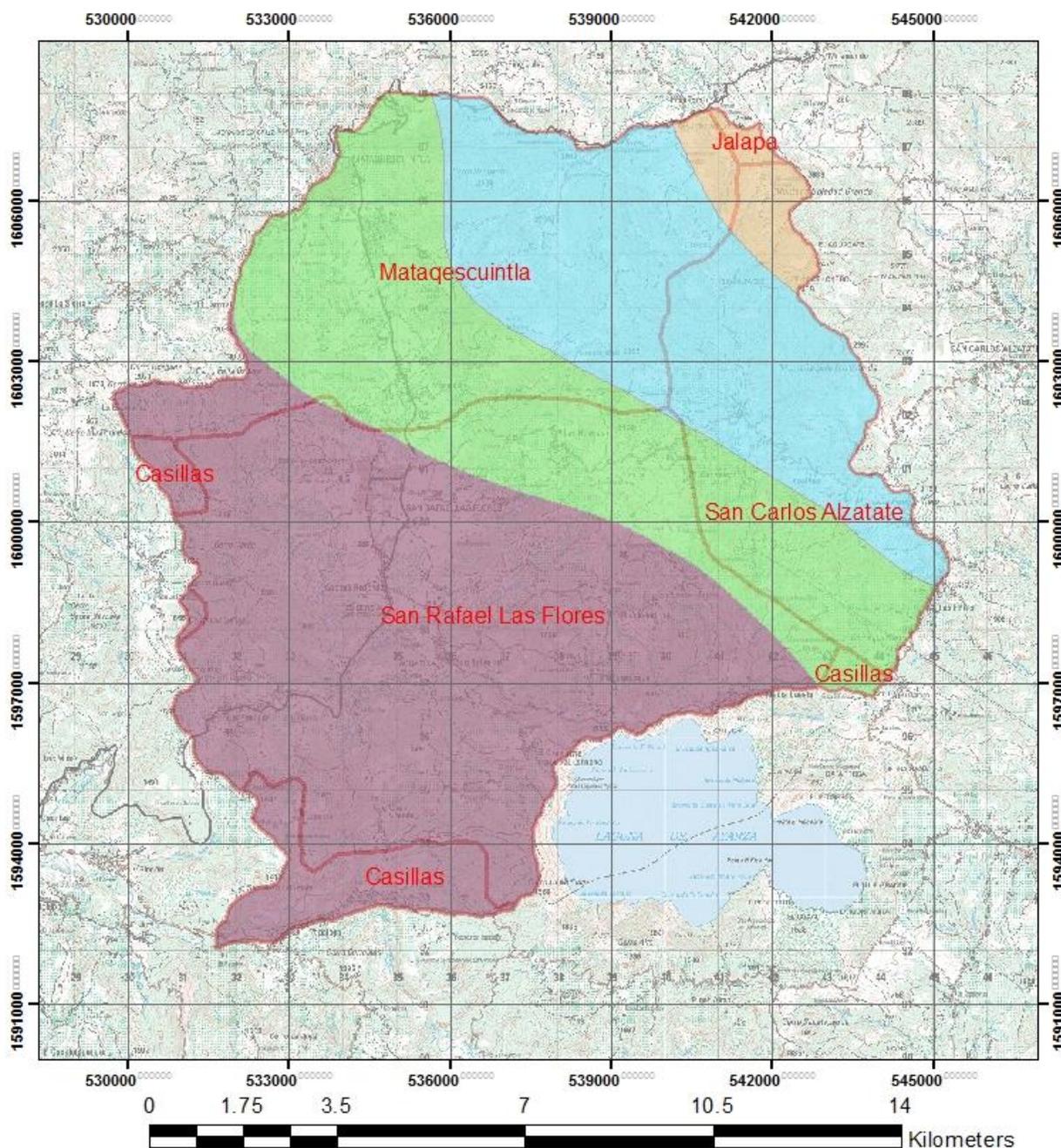
Figura 24. Climadiagrama estación "Minera San Rafael"

b. Clasificación climática según Thornthwaite

La clasificación climática denota que el 50 % (73.98 km<sup>2</sup>) del área de la sub-cuenca pertenece a un clima denominado por Thornthwaite como BB' que simboliza una clasificación de humedad tipo "Húmeda" y una clasificación de temperatura tipo Semi Cálido, con una vegetación natural de bosque, en el cuadro 28 podemos denotar la clasificación climática y sus características y en la figura 25 podemos visualizar la clasificación climática según Thornthwaite en toda la sub-cuenca.

Cuadro 28. Clasificación climática según Thornthwaite.

<b>CLIMA</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje área</b>	<b>Símbolo humedad</b>	<b>Símbolo temperatura</b>	<b>Clasificación humedad</b>	<b>Clasificación temperatura</b>	<b>Vegetación naturales</b>
CB'	42.66	27.45	C	B'	Semi Seco	Semi Cálido	Pastizal
BB'	73.98	47.60	B	B'	Húmedo	Semi Cálido	Bosque
BB'2	34.24	22.03	B	B'2	Húmedo	Templado	Bosque
BB'3	4.53	2.92	B	B'3	Húmedo	Semi Frío	Bosque
<b>TOTAL</b>	<b>155.43</b>	<b>100</b>					



CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN THORNTHWAITE, SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA 2016



Escala 1:100,000  
 Proyección  
 Guatemala Transverse Mercator -GTM-  
 Datum  
 World Geographic System -WGS 84-  
 Elaborado: Lester Leiva  
 Ejercicio profesional supervisado



LEYENDA	
CLIMA	
BB'	
BB'2	
BB'3	
CB	
Municipio	

Figura 25. Clasificación climática según Thornthwaite, sub-cuenca Los Vados, 2016.





La mayor presencia de la zona de vida (ver figura 26) con aproximadamente un 70 % es la de Bosque húmedo sub-tropical (templado), que representa generalmente un relieve ondulado, accidentado y escarpado, y existe la presencia de pinos, Quercus, robles etc. El uso apropiado para estas áreas es netamente el de manejo forestal pero se cuenta con cultivos de diferentes índoles, y el período de lluvias está representado entre los meses de abril a septiembre (ver cuadro 30).

d. Morfometría de la sub cuenca Los Vados.

La red de drenaje en la sub-cuenca Los Vados según Strandberg; posee una forma sub-dendrítica que como su nombre lo indica es una modificación de la dendrítica, se desarrolla en aquellas áreas donde el curso principal fluye en una zona en la que la pendiente y el control estructural son distintos de la zona por la que se desarrollan tributarios.

La sub-cuenca los vados tiene presencia de 2 riachuelos, 20 quebradas y 7 ríos distribuidos en toda el área de la sub-cuenca, en el cuadro 29 podemos visualizar los parámetros morfométricos de la sub-cuenca Los Vados.

Las quebradas presentes son las siguientes: Quebradas; Cerro Verde, Cuchilla de los Fierros, El Volcancito, El Chichicaste, El Salitre, Estanzuela, Honda, Joya de Neque, La Loma, La Quebradona, Las Cortinas, Montepeque, Palo Jiote, Palo Negro, Peña Oscura, Peña del Cabro, Piedra de Afilar, Plan de los caballos, Suyatal, Las Nueces; Riachuelos; La Mina, Las Ilusiones; Ríos; Dorado, Los Vados, Morito, San Antonio, San Rafael, Tapalapa, en la figura 27 podemos observar la hidrografía de la sub-cuenca Los Vados.

Cuadro 30. Parámetros morfométricos sub-cuenca Los Vados

Parámetro	Registro	Unidad	Descripción
CLVRGN	1.00		Cuenca hidrográfica
A_KM2	155.20	Km2	Superficie de cuenca
P_KM	73.08	Km	Perímetro de la cuenca
EM_M	1712.16	msnm	Elevación media
PM_G	21.50	°	Pendiente media (grados)
PM_P	41.14	%	Pendiente media (porcentaje)
KC	1.71		Coefficiente de compacidad (Gravelius)
RCI	0.34		Relación circular
RH	1.48		Relación hipsométrica
LC_KM	27.71	Km	Longitud del eje del río principal
LA_KM	16.79	Km	Longitud directa del río principal
SH	1.65		Coefficiente de sinuosidad hidráulico
EMX_M	2487.00	msnm	Altitud inicial
EMN_M	1064.00	msnm	Altitud media
SC_P	8.08	°	Pendiente promedio del río principal
TC_KIRPICH	2.67		Tiempo de concentración Kirpich
TC_CHPW_H	2.69		Tiempo de concentración de California Highways and Public Works
Rf	0.52		Índice de forma (Horton)
Re	0.38		Relación de elongación

El tamaño de la sub-cuenca puede considerarse como muy pequeña (155 km<sup>2</sup>) el perímetro es de 73 km aproximadamente, relativamente pequeño, la elevación media está dada por los 1712 m. s. n. m, la pendiente del cauce principal es de 8.98 grados lo que presenta una pendiente moderada.

El coeficiente de compacidad, este valor adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de Kc nunca fueron inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea Kc, mayor fue la concentración de agua, para esta sub-cuenca es de 1.73 que

pertenece a la clase Kc3: Rango entre 1.5 y 1.75. Corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.

El índice de forma propuesto por Horton indica poco alargamiento (0.52) cuando toma valores mucho mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto (González de Matauco, 2004).

El tiempo de concentración de Kirpich se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre (Moreno, Ibañez, & Gisbert). Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante, al tiempo que máximo; el punto hidrológicamente más alejado es aquél desde el que el agua de escorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida, en el caso de la sub-cuenca los vados el tiempo de concentración por medio de Kirpich es de 2.67 horas y por medio de método de California Highways and Public Works es de 2.69 horas.

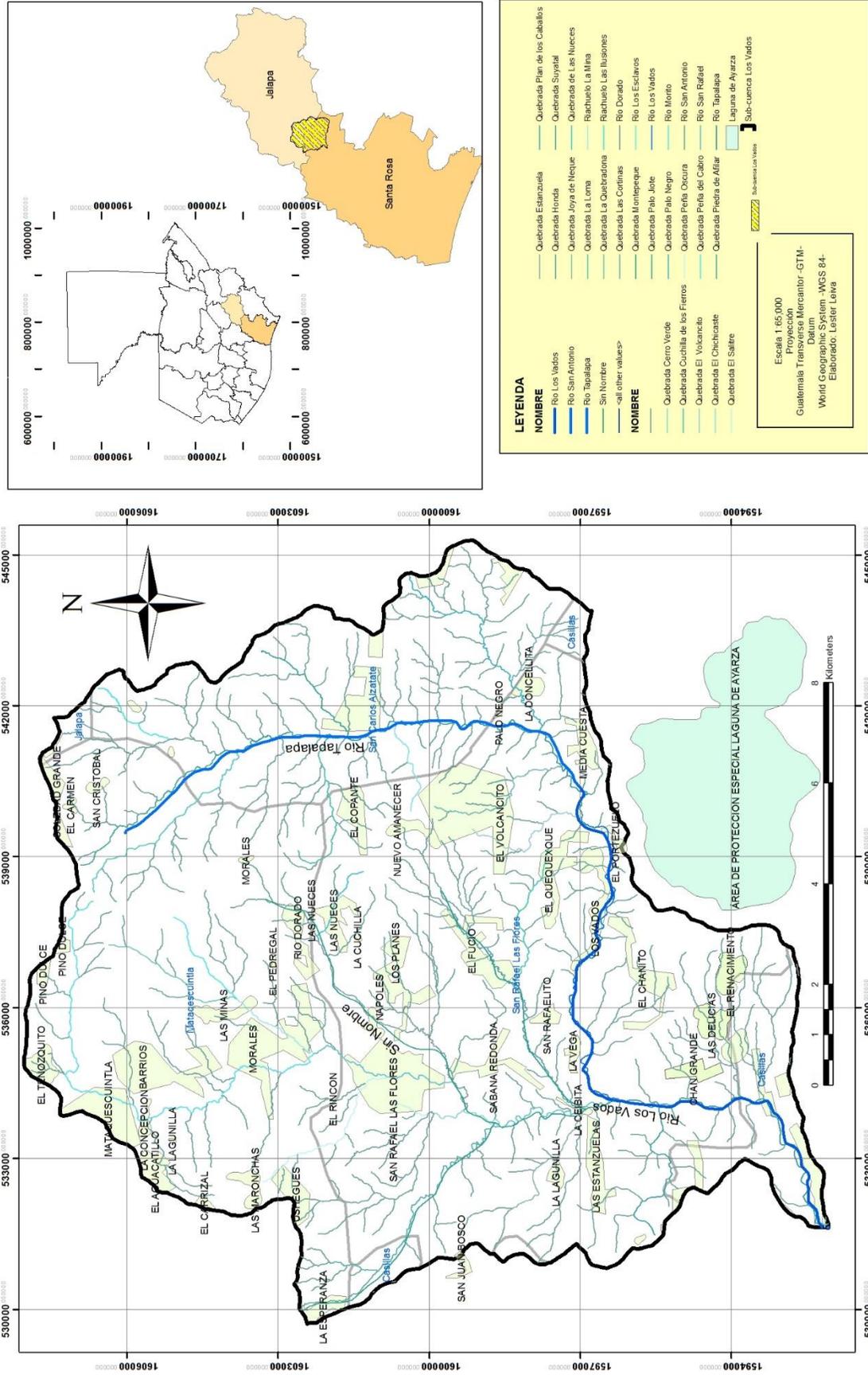


FIGURA 27. HIDROGRAFÍA SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.

e. Características taxonómicas de suelos presentes en la sub-cuenca Los Vados.

El orden de suelos (ver figura 28) que se presenta en mayor porcentaje son dos, andisoles y entisoles con el 45 % y 42 % aproximadamente, así lo podemos apreciar en el cuadro 31 en relación al orden de suelos presentes en la sub-cuenca, mientras que el cuadro 32 describe las principales características de los suelos presentes en la sub-cuenca.

Cuadro 31. Orden de suelos sub-cuencas Los Vados

Orden de suelo	Área que ocupa de la sub-cuenca en km <sup>2</sup>	Porcentaje de área que ocupa dentro de la sub-cuenca
Alfisoles	0.080	0.05
Andisoles	67.12	44.98
Entisoles	62.47	41.87
Inceptisoles	19.53	13.09
<b>Total</b>	<b>149.21</b>	<b>100.</b>

Cuadro 32. Descripción de orden, sub-orden y lineamientos de manejo de los suelos dentro de la Sub cuenca

	Características	Sub-orden	Lineamientos de manejo
ORDEN ENTISOL	<p>Suelos desarrollados sobre ceniza volcánica que tienen baja densidad aparente (menor de 0.9 g/cc) y con altos contenidos de alófono. Generalmente son suelos con alto potencial de fertilidad y adecuadas características físicas para su manejo. En condiciones de fuerte pendiente tienden a erosionarse con facilidad. Una característica de los andisoles es su alta retención de fosfatos (arriba del 85 %), la cual es una limitante para el manejo, por lo que se debe considerar en los planes de fertilidad cuando se someten a actividades de producción agrícola.</p>	<p>Orthents</p> <p>Suelos de profundidad variable, la mayoría son poco o muy poco profundos. Generalmente están ubicados en áreas de fuerte pendiente, existen también en áreas de pendiente moderada a suave. en donde se han originado a partir de deposiciones o coluviamientos gruesos y recientes</p>	<p>Una gran cantidad de Orthents en Guatemala, no son apropiados para actividades agrícolas, sobre todo cuando están en superficies inclinadas. Entre sus limitaciones están: la poca profundidad efectiva, en muchos casos la pedregosidad interna y los afloramientos rocosos. Si han perdido su cubierta natural, sus mejores usos fueren para producción forestal o sistemas agroforestales.</p>
ORDEN INCEPTISOLES	<p>Suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve (el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial de materiales minerales y orgánicos) y, por otro lado, las condiciones como el exceso de agua. De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (Cimas de montañas y volcanes) o en partes planas. (S.W Buol, F.D Hole, &amp; R.J McCRAKEN, 1988)</p>	<p>Usteps</p> <p>Son inceptisoles que están secos en su interior, entre 90 y 180 días del año. Presentan deficiencia de humedad.</p>	<p>Se les encuentra localizados en las regiones con menor lluvia. Para su manejo adecuado, requieren de la aplicación de agua para producción de más de una cosecha de cultivos anuales o de ciclo corto.</p>

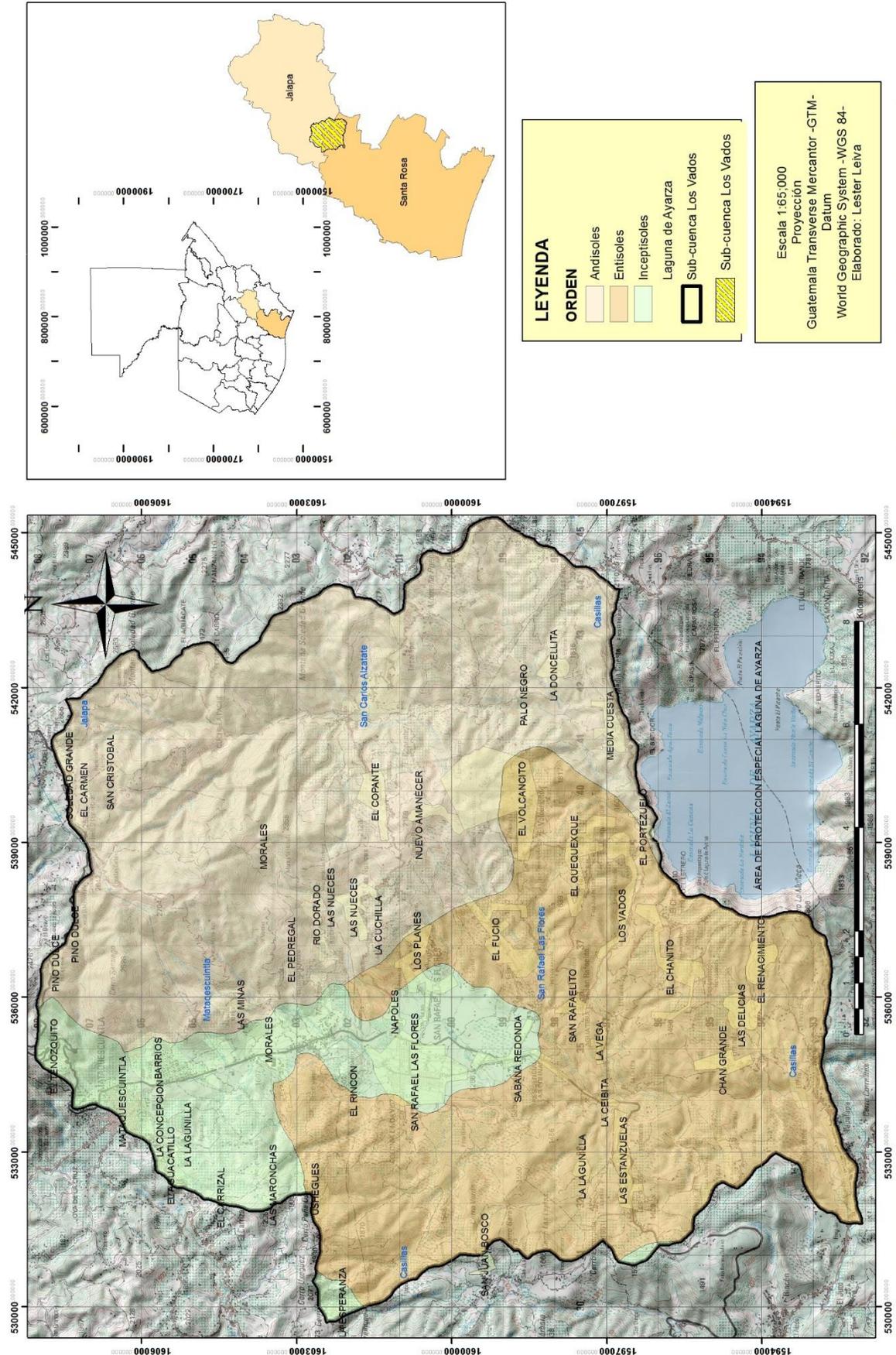
## f. Capacidad de uso de la tierra (Metodología INAB)

Principalmente los suelos de la sub-cuenca Los Vados están destinados para alguna actividad forestal en asocio con algún tipo de cultivos o directamente de producción.

Dentro de la sub-cuenca se presentan las siguientes categorías de uso según su capacidad propuestas por el INAB, el cuadro 33 presenta las principales capacidades de uso de la tierra dentro de la sub-cuenca según la metodología propuesta por el INAB, en la figura 29 podemos visualizar los diferentes aptitudes de la tierra en la sub-cuenca Los Vados.

Cuadro 33. Categorías de capacidad de uso de la tierra dentro de la sub-cuenca

<b>Nombre</b>	<b>Área Km<sup>2</sup></b>	<b>% de Área</b>
Agricultura con Mejoras	8.37	5.61
Agricultura sin Limitaciones	6.99	4.68
Agroforestería con cultivos anuales	44.37	29.74
Agroforestería con cultivos permanentes	40.73	27.30
Sistemas Silvopastoriles	11.76	7.88
Tierras Forestales de Producción	36.99	24.79
Total	149.22	100



**LEYENDA**

**ORDEN**

- Andisoles
- Entisoles
- Inceptisoles

Laguna de Ayarza

- Sub-cuenca Los Vados
- Sub-cuenca Los Vados

Escala 1:65,000  
 Proyección  
 Guatemala Transverse Mercator -GTM-  
 Datum  
 World Geographic System -WGS 84-  
 Elaborado: Lester Leiva

**FIGURA 28. ORDENES DE SUELO SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.**



## g. Uso actual del suelo

La mayor parte de las áreas están destinadas al cultivo del café, la vegetación arbustiva y pastizales predominan en la sub-cuenca, en el cuadro 34 se presenta una síntesis de los diferentes usos de suelo en la sub-cuenca Los Vados, y en la figura 31 podemos observar los usos de la tierra de la sub-cuenca Los Vados.

Cuadro 34. Uso del suelo en sub-cuenca Los Vados

	<b>Uso de la tierra</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1	Agricultura Anual	10.42	12.26
2	Bosque	4.53	5.33
3	Café	32.42	38.14
4	Caña de azúcar	0.48	0.57
5	Cuerpos de agua	6.47	7.61
6	Cultivos permanentes arbóreos	0.02	0.03
7	Palma Africana	0.01	0.01
8	Pastizales	12.10	14.24
9	Urbano	1.35	1.59
10	Vegetación Arbustiva	16.70	19.65
11	Zonas Agrícolas Heterogéneas	0.49	0.57
	Total	85.00	100.00

## h. Intensidad de uso de la tierra

Para la sub-cuenca los Vados principalmente se tiene que los suelos están principalmente sobre utilizados en más de un 55 % es decir no se están usando de acuerdo a su potencial y los suelos están perdiendo todo su potencial productivo, posteriormente con un 32 % las áreas presentan un uso de acuerdo esencialmente por los remanentes de bosque que aún existe, y por ultimo existen áreas que tienen un potencial y no se les está aprovechando al máximo este tipo de áreas representan el 9.88 %, en el cuadro 35 podemos observar la intensidad de uso de la tierra de la sub-cuenca

Los Vados, y en la figura 30 podemos observar la intensidad de uso de la tierra de la sub-cuenca expresada en porcentaje.

Cuadro 35. Intensidad de uso de la tierra sub-cuenca Los Vados

Categoría	Área Intensidad	% Área
Áreas Urbanas	0.78	0.53
Sobre utilizado	84.61	56.70
Sub utilizado	14.74	9.88
Uso Correcto	49.08	32.89
<b>Total</b>	<b>149.22</b>	<b>100</b>

### Intensidad de uso de la tierra, sub-cuenca Los Vados

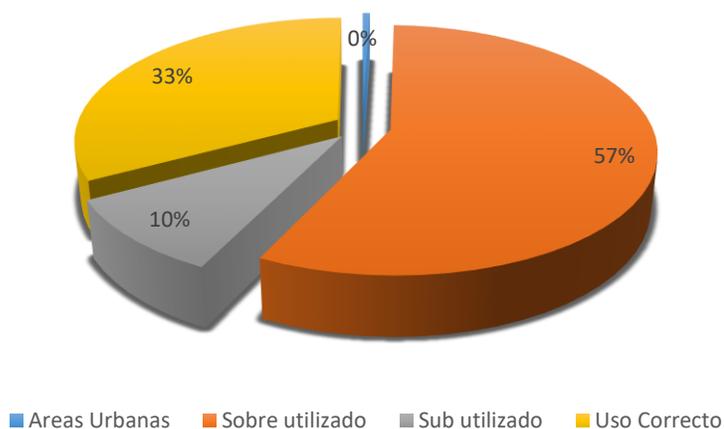
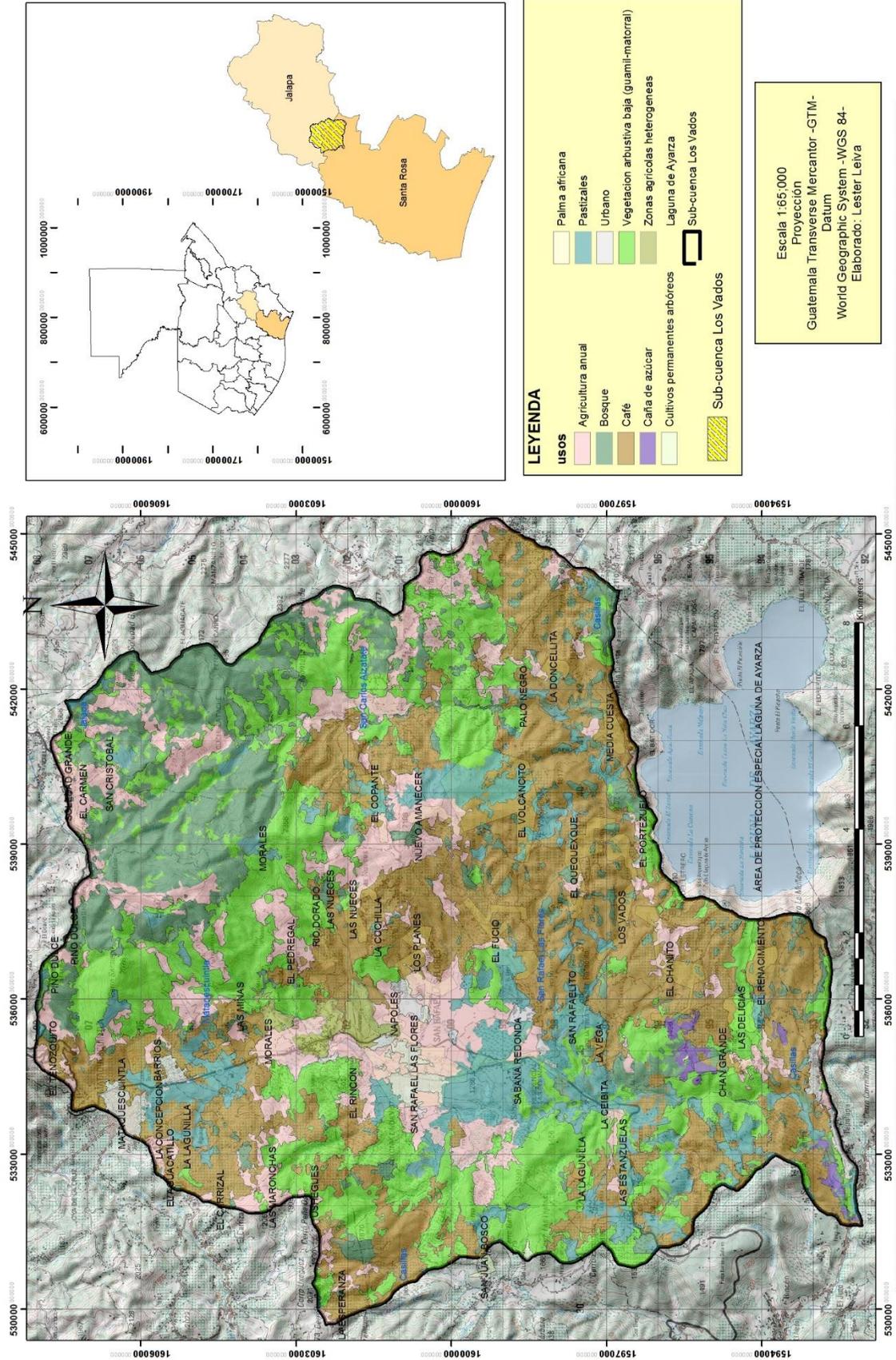


Figura 30. Intensidad de uso de la tierra sub-cuenca Los Vados

En la figura 31 se presenta el mapa de uso actual de la tierra, del municipio de San Rafael



**FIGURA 31. USO DE LA TIERRA SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.**

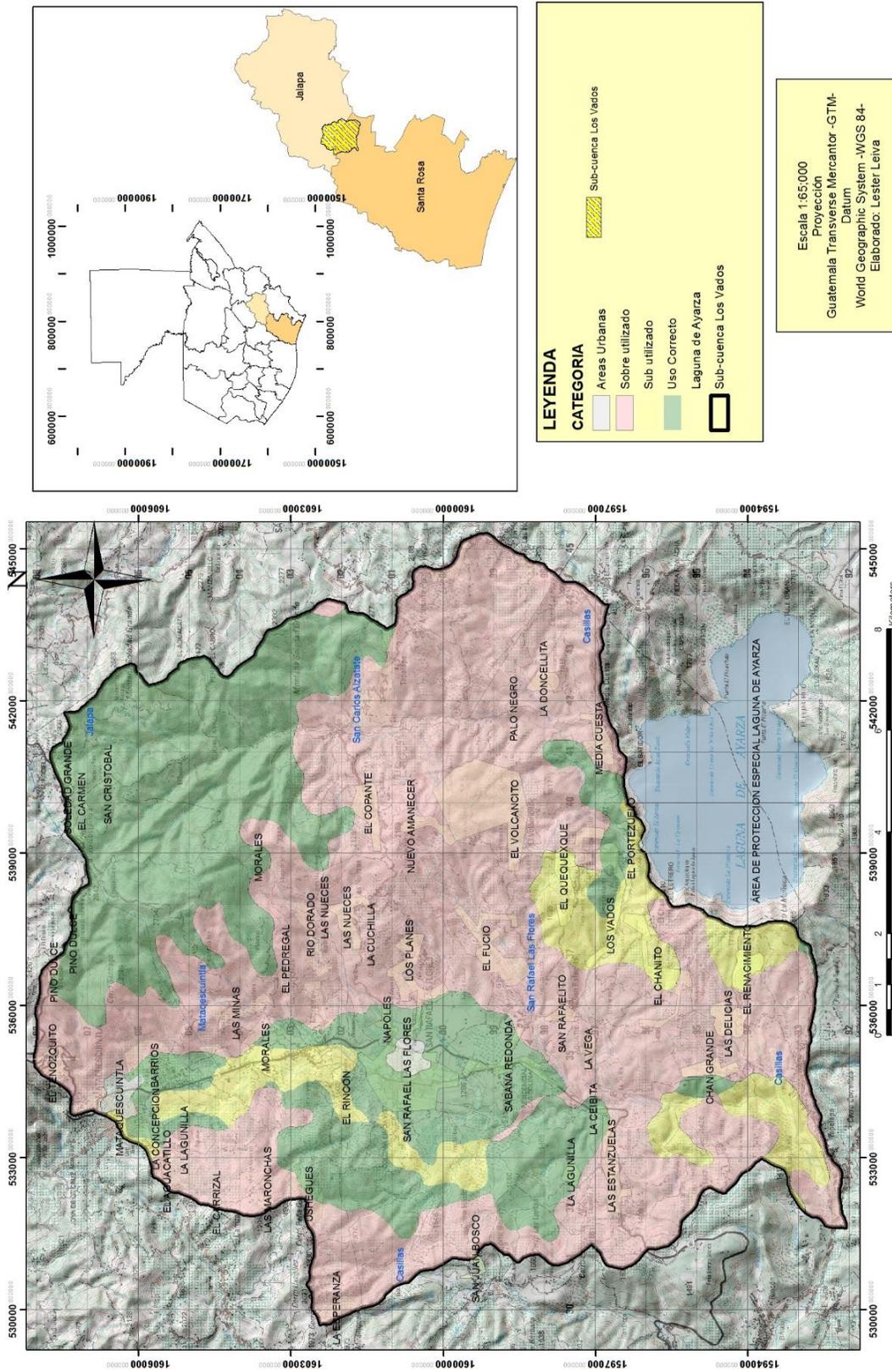


FIGURA 30. INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.

- i. Cobertura y tipo de vegetación de las áreas boscosas presentes en la sub-cuenca Los Vados.

Casi el 50 % del área de la sub-cuenca no posee cobertura forestal, el 45 % posee un asocio entre arboles mixtos-cultivos, este es un mal indicador de la perdida sustancial del bosque en la sub-cuenca, en el cuadro 36 y figura 33 podemos observar descriptiva y gráficamente las áreas boscosas según el tipo de bosque.

Cuadro 36. Clasificación de áreas boscosas dentro de sub-cuenca Los Vados

Tipo de bosque	Área que ocupa dentro de la sub-cuenca	Porcentaje del área que ocupa
Área sin Cobertura Forestal	72.29	48.54
Asoc. Latifoliadas-Cultivos	8.16	5.48
Asoc. Mixto-Cultivos	68.49	45.99
	148.94	100

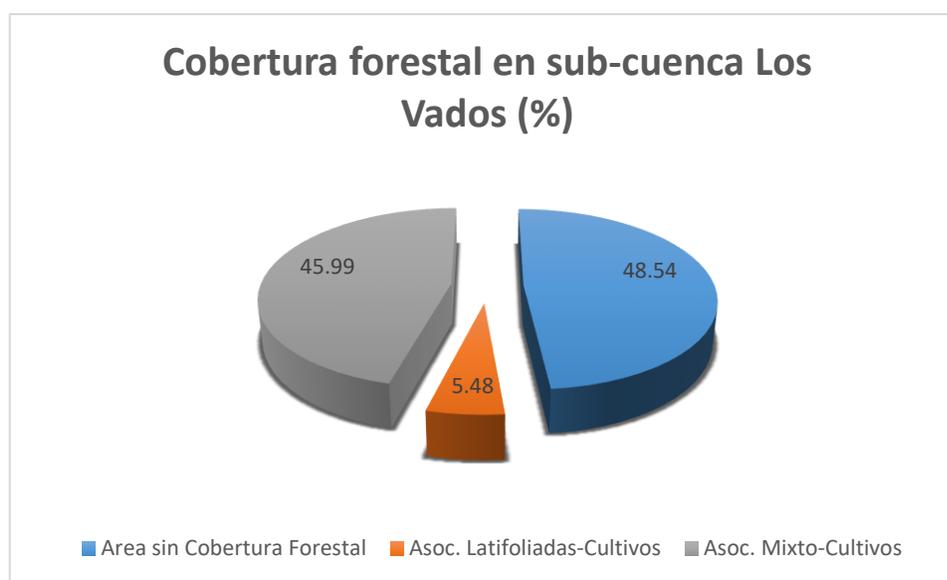
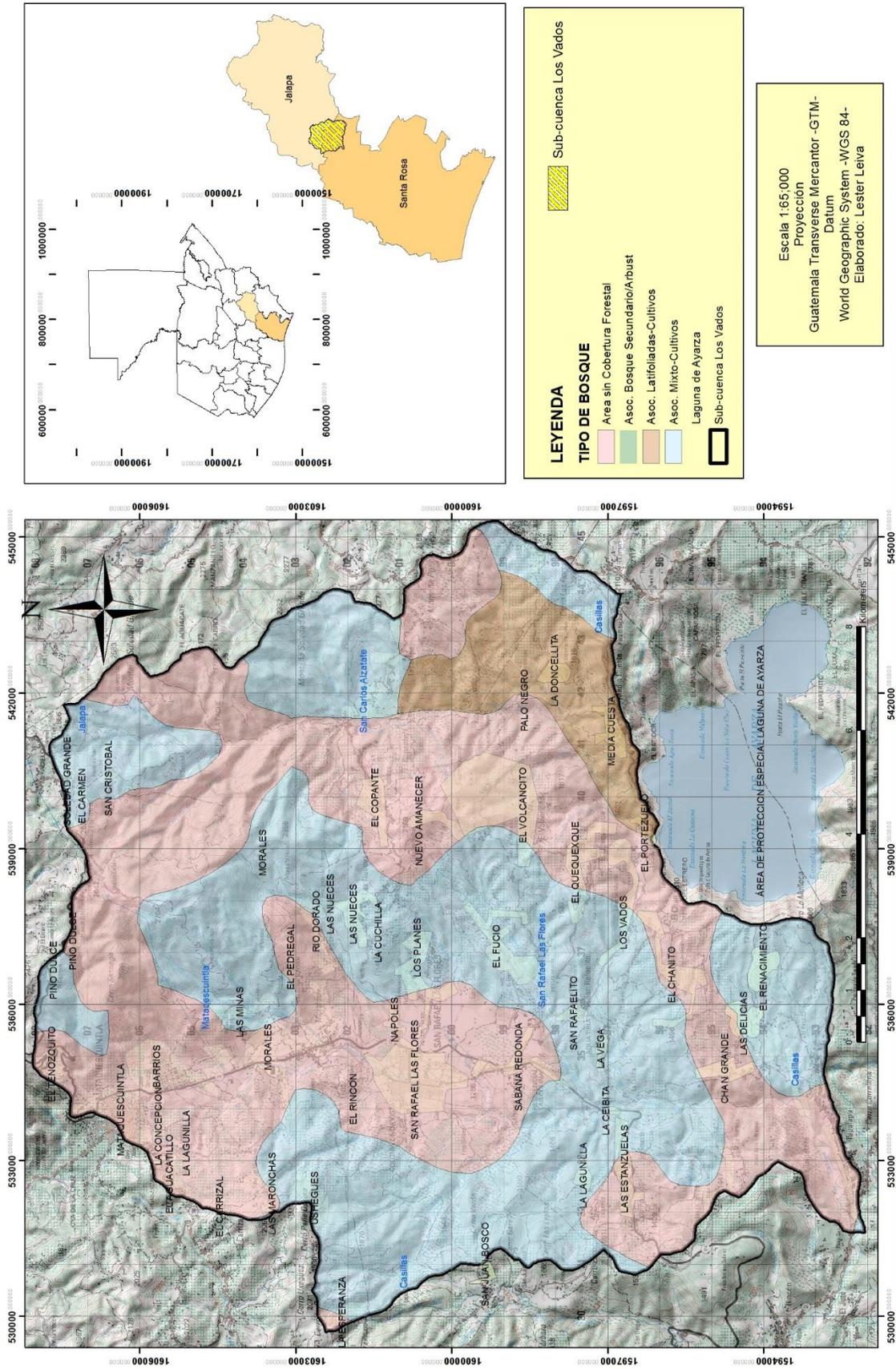


Figura 33. Cobertura forestal sub-cuenca Los Vados

En la figura 34 se presenta la diferente cobertura forestal de la sub-cuenca Los Vados.



**FIGURA 29. COBERTURA FORESTAL SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.**

## 2.5.2 Diagnóstico

### A. Síntesis de la situación socioeconómica y biofísica

La sub-cuenca “Los Vados” está conformada por 4 municipios, dos municipios de Jalapa San Carlos Alzatate y Mataquescuintla (40 %) y dos municipios de Santa Rosa (San Rafael Las Flores y Casillas en un 60 %); La población total estimada dentro de la sub-cuenca para el año 2016 es de 30,336 personas.

Según los planes de desarrollo municipal de las tres municipalidades, arriba enlistadas el idioma predominante en la región que ocupa en la sub-cuenca “Los Vados” es el español. Para el caso de San Carlos Alzatate se identifica el que el 85 % de la población se idéntica con la etnia maya Poqomam, pero por factores de adopción de culturas occidentales lamentablemente el dominio de dicho idioma se ha perdido.

A manera general dentro de la sub-cuenca la población aproximadamente en un 50 % se encuentra en el rango de los 15 años hasta los 64 años de ahí con el 24 % y 23% respectivamente se presentan las edades en los rangos de 0 años - 6 años y 7 años – 14 años, para el municipio de San Rafael las Flores específicamente se mantiene esta tendencia.

El índice de pobreza general en el municipio de San Rafael Las Flores es del 63.4%, con una pobreza extrema del 25.6%; Aproximadamente el 90% de la población no tienen ningún estudio o únicamente han terminado la primaria, lo restante (10 %) lo conforman las personas que poseen educación media o superior.

La mayor actividad que se presenta dentro de la sub-cuenca es la producción de café, existen algunas fincas cafetaleras que dan valor agregado a su producto al procesarlo, los medianos y pequeños productores de café venden a intermediarios.; En el municipio de San Rafael Las Flores el 11.7 % de las viviendas no cuentan a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable (SEGEPLAN, 2009).

Mientras tanto la temperatura media anual (2010-2016) para la estación minera San Rafael es de 19.93 (Parte Alta cuenca Río Los Esclavos), La precipitación media anual (2010-2016) para la estación Minera San Rafael es de 1315 mm/año, La evapotranspiración calculada para la estación Río los esclavos es de 4.61 mm/día aproximadamente 1717 mm/año.

La clasificación climática denota que el 50 % (73.98 km<sup>2</sup>) del área de la sub-cuenca pertenece a un clima denominado por Thornthwaite como BB' que simboliza una clasificación de humedad tipo "Húmeda" y una clasificación de temperatura tipo semi Cálido, con una vegetación natural de bosque.

La sub-cuenca los vados tiene presencia de 2 riachuelos, 20 quebradas y 7 ríos distribuidos en toda el área de la sub-cuenca, siendo el afluente principal el río Los Vados, o río Tapalapa, que nace en San Carlos Alzatate; El orden de suelos que se presenta en mayor porcentaje son dos, andisoles y entisoles con el 45 % y 42 % aproximadamente.; Principalmente los suelos de la sub-cuenca Los Vados están destinados para alguna actividad forestal en asocio con algún tipo de cultivos o directamente de producción.

La mayor parte de las áreas están destinadas al cultivo del café, la vegetación arbustiva y pastizales predominan en la sub-cuenca.

Para la sub-cuenca los Vados principalmente se tiene que los suelos están principalmente sobre utilizados en más de un 55% es decir no se están usando de acuerdo a su potencial y los suelos están perdiendo todo su potencial productivo, posteriormente con un 32 % las áreas presentan un uso de acuerdo esencialmente por los remanentes de bosque que aún existe, y por ultimo existen áreas que tienen un potencial y no se les está aprovechando al máximo este tipo de áreas representan el 9.88 %.; así el 50 % del área de la sub-cuenca no posee cobertura foresta, el 45% posee un asocio entre arboles mixtos-cultivos, este es un mal indicador de la perdida sustancial del bosque en la sub-cuenca.

## B. Diagnóstico rural participativo

### a. Descripción de las comunidades

#### i. Caserío la Lagunilla

Se encuentra a 8 km aproximadamente del casco urbano, colinda con las comunidades de Estanzuelas, Los Pocitos y San Juan Bosco, hace 5 años que es independiente de Estanzuelas pero este caserío es habitado desde hace 70 años.

Los hombres de la comunidad se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz y frijol. Las mujeres se dedican en su mayoría a los oficios domésticos.

#### ii. Caserío Palo Negro

Se encuentra a 14 km del casco urbano, colinda con las comunidades de Media Cuesta, El Volcancito, El Copante, y por el lado de San Carlos Alzatate colinda con las comunidades de Buena Vista y Las Flores. Este caserío tiene aproximadamente 60 años de estar habitado pero se independizó hace 18 años, antes era una finca que pertenecía a la aldea Media Cuesta.

Los hombres se dedican en su mayoría a la agricultura donde cosechan café, frijol, maíz y tomate, las mujeres se dedican a realizar oficios domésticos.

#### iii. Aldea Estanzuelas

Se encuentra a 5 km aproximadamente del casco urbano, colinda con las con las comunidades de San Juan Bosco, La Ceibita y La Lagunilla, y por el lado de Casillas colinda con las comunidades de Los Pocitos y Barrera, tiene aproximadamente 90 años estar habitada.

Los hombres de esta comunidad se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz, frijol y caña para hacer dulces de panela, las mujeres en su mayoría se dedican a la realización de oficios domésticos

#### iv. Aldea Chan Grande

Se encuentra a 8 km aproximadamente del casco urbano, colinda con las aldeas El Renacimiento, Las Delicias La Vega y La Ceibita y por el lado de Casillas colinda con las aldeas Pinalito y Barrera, esta comunidad es habitada desde hace 150 años aproximadamente.

La mayoría de los hombres de esta comunidad se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz y frijol, la riqueza de sus suelos también les permite gozar de una gran variedad de especies de árboles frutales como el banano el jocote y el aguacate y también producen caña para elaborar dulces de panela, las mujeres de esta comunidad se dedican a realizar oficios domésticos.

#### v. Caserío el Renacimiento

Se encuentra a 9 km aproximadamente del casco urbano, colinda con las comunidades Las Delicias, El Chan Grande y por el lado de Casillas colinda con la comunidad de Pinalito. Este caserío lleva 50 años de estar habitado pero fue hace 5 años que se independizó de su comunidad vecina que es el Chan Grande.

Los hombres de este caserío se dedican en su mayoría a la agricultura, cosechan los productos básicos que son maíz y frijol y algunos que son caficultores, las mujeres por su parte solo se dedican a atender el hogar o realizar oficios domésticos.

vi. Caserío Nuevo amanecer

Se encuentra a 10 km aproximadamente del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades El Copante y por la parte de San Carlos Alzatate colinda con la comunidad de San Cristóbal, este caserío lleva 35 años aproximadamente de ser habitado y fue hasta este año que se independizó de su comunidad vecina que es El Copante.

Los hombres de este caserío se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz y frijol y también en esta comunidad se dedican en gran parte a la cosecha de aguacate jazz, las mujeres del caserío se dedican en su mayoría a realizar oficios domésticos.

vii. Caserío Las Cortinas

Se encuentra a 14 km del casco urbano del municipio, colinda con el Palo Negro, La Doncellita y Media Cuesta y por el lado de San Carlos Alzatate colinda con el Carmen y Las Flores, este caserío lleva aproximadamente 70 años siendo habitado, este caserío era una finca que pertenecía a la comunidad de Media Cuesta y fue hace 20 años que se independizó de la misma.

Los hombres del caserío se dedican a la agricultura y la ganadería, cosechan café, maíz y frijol, las mujeres se dedican a los oficios domésticos y algunas que son profesionales se dedican a trabajar fuera del caserío.

viii. Caserío Las Delicias

Se encuentra a 8 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades El Chan Grande, El Chanito, El Cielito y El Renacimiento. Este caserío lleva aproximadamente 50 años de ser habitado, pero fue hace 14 años que se independizó de la comunidad El Chanito.

Los hombres se dedican a la agricultura en su mayoría, cosechan maíz, frijol y café, algunas personas también se dedican a la crianza de ganado, por su parte la mayoría son amas de casa que solo se dedican a los oficios del hogar.

ix. Caserío La Doncellita

Se encuentra a 9 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades Media Cuesta, El Palo Negro y Las Cortinas y por el lado de San Carlos Alzatate colinda con aldea Las Flores, este caserío tiene aproximadamente 50 años de ser habitado.

La mayoría de los hombres del municipio se dedican a la agricultura, cosechan maíz y frijol y también hay algunos que son caficultores, la gran mayoría de las mujeres del caserío se dedican a los oficios domésticos.

x. Aldea Los Vados

Se encuentra a 9 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades El Quequexque, Media Cuesta, El Chanito y San Rafaelito, esta comunidad es una de las que tiene la particularidad de colindar con la Laguna de Ayarza, esta aldea lleva 100 años aproximadamente de ser habitada y tiene 16 años que es independiente de su comunidad vecina que es El Quequexque.

Los hombres se dedican en su mayoría a la agricultura, cosechan café, maíz y frijol, las mujeres en gran parte se dedican a lo que son los oficios domésticos.

xi. Caserío el Cielito

Se encuentra a 7 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades El Chanito, Las Delicias, La Vega y San Rafaelito, este caserío lleva aproximadamente 50 años de estar habitada y tiene 7 años de ser independiente de la comunidad El Chanito.

Los hombres del caserío se dedican en su mayoría a la agricultura, cosechan maíz y frijol y algunas personas que son caficultores, en su caso las mujeres se dedican a los oficios domésticos.

xii. El Volcancito

Se encuentra a 8 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades El Copante, El Fucío, El Quequexque, Palo Negro y Las Nueces, esta comunidad tiene aproximadamente 60 años de ser habitada, antes pertenecía a la comunidad El Quequexque y fue hace 30 años que se independizó de la misma.

Los hombres de esta comunidad se dedican a la agricultura en su mayoría, cosechan café, maíz y frijol, por su parte las mujeres se dedican al cuidado del hogar realizando oficios domésticos.

xiii. Aldea San Rafaelito

Se encuentra a aproximadamente 4 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades La Vega, El Chanito, Los Vados y Sabana Redonda. Esta aldea tiene aproximadamente 70 años de ser habitada.

Los hombres de esta comunidad en su mayoría se dedican a la agricultura, cosechan frijol, maíz café, cebolla y tomate, algunos también se dedican a estudiar y otros que se encuentran en estados unidos, por su parte la mayoría de las mujeres se dedican al cuidado de su hogar realizando oficios domésticos.

xiv. Aldea Media Cuesta

Se encuentra a 9 km aproximadamente del casco urbano del municipio colinda con las comunidades Los Vados, Palo Negro, La Doncellita y El Volcancito y por la parte de San Carlos Alzatate colinda con la comunidad El Carmen. Esta comunidad tiene la particularidad

de colindar con La Laguna de Ayarza, esta comunidad tiene aproximadamente 120 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad se dedican a la pesca y la agricultura, cosechan café, maíz frijol y tomate, las mujeres de esta comunidad en su mayoría se dedican a oficios domésticos.

xv. Aldea Las Nueces

Se encuentra a 5 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades El Copante, La Cuchilla, El Volcancito y por parte de Mataquescuintla colinda con la comunidad El Río Dorado, esta comunidad lleva aproximadamente 130 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz, frijol y tomate, algunos de ellos que son profesionales trabajan fuera de la comunidad, por su parte las mujeres se dedican al cuidado del hogar y algunas que estudian.

xvi. Aldea Sabana Redonda

Se encuentra a 1 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades Estanzuelas, El Fucío San Rafaelito, La Vega y el casco urbano, esta aldea tiene aproximadamente 125 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad en su mayoría se dedican a la agricultura y por ser una comunidad cercana al casco urbano algunos que se dedican al comercio y la ganadería, cosechan frijol, maíz y tomate, las mujeres de esta aldea algunas se dedican al comercio y la mayoría se dedica a trabajos domésticos.

xvii. Aldea Los Planes

Se encuentra a 1 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades La Cuchilla, Las Nueces, El Fucío y tiene la particularidad de ser una de las comunidades que colinda con la minera san Rafael, esta comunidad tiene aproximadamente 100 años de estar habitada.

Los hombres en su mayoría se dedican a la agricultura, cosechan maíz, frijol, cebolla y tomate, algunas de las personas se dedican a la crianza de ganado, por su parte las mujeres algunas son profesionales y se dedican a trabajar fuera de la comunidad pero mayoría de ellas realiza trabajos domésticos.

xviii. Aldea La Vega

Se encuentra a 3 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades San Rafaelito, El Chan Grande, El Chanito, Estanzuelas y Sabana Redonda, esta comunidad tiene aproximadamente 125 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad se dedican a la agricultura en su mayoría, cosechan café, maíz, tomate, cebolla y aguacate, por su parte las mujeres se dedican a los oficios domésticos.

xix. Aldea el Copante

Esta comunidad se encuentra en la parte más alta del municipio, se encuentra a 9 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades de Las Nueces, Nuevo Amanecer y por la parte de San Carlos Alzatate colinda con la comunidad de Tapalapa, esta comunidad tiene aproximadamente 150 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad se dedican en su mayoría a la agricultura, cosechan café, maíz y frijol, algunos también se dedican a la ganadería, por su parte las mujeres son amas de casa y se dedican solo al cuidado de su hogar.

xx. Aldea el Quequexque

Se encuentra a 8 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades San Rafaelito, los vados, el volcancito, el Fucio y media cuesta, esta comunidad tiene aproximadamente 120 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad en su mayoría se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz, frijol y banano, las mujeres en su mayoría se dedican a oficios domésticos.

xxi. Aldea el Fucio

Se encuentra a 5 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades los planes las nueces el Quequexque el volcancito, san Rafaelito y sabana redonda, esta comunidad tiene aproximadamente 80 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad se dedican en su mayoría a la agricultura, cosechan frijol, maíz, café, y tomate, algunos se dedican a la ganadería y otros al oficio de la carpintería, por su lado las mujeres se dedican en la gran mayoría a atender su hogar o realizar oficios domésticos.

xxii. Aldea el Chanito

Se encuentra a 9 km del casco urbano del municipio, colinda con las comunidades las Delicias, el Cielito y Los Vados, y tiene la particularidad de ser una de las comunidades que colinda con la laguna de Ayarza, esta comunidad tiene aproximadamente 100 años de estar habitada.

Los hombres de esta comunidad en su mayoría se dedican a la agricultura, cosechan café, maíz y frijol, algunas también se dedican a la crianza de ganado, las mujeres por su parte la mayoría se dedica a atender su hogar realizando oficios domésticos.

xxiii. Aldea San Juan Bosco

La comunidad de San Juan Bosco es dividida en dos municipios, el 60 % pertenece al municipio de casillas y el 40 % pertenece al municipio de San Rafael Las Flores pero el 70 % de la población de la comunidad esta vecindada a san Rafael Las Flores y el 30 % están vecindados al municipio de Casillas. Esta comunidad tiene casi 120 años de su formación.

Es una zona donde predomina el cultivo de café y también se produce el tomate, posee una población aproximada de 980 personas donde el 51% de ellas son hombres y el 49% son mujeres, aunque es bien mencionar que el 98% de la población económicamente activa son hombres y solo el 2 % son mujeres.

La comunidad cuenta con aproximadamente 60 nacimientos de agua por lo que este lugar no presentan problemas de agua.

b. Servicios e infraestructura presente o ausente en las comunidades

Cuadro 37. Servicios e infraestructura en las comunidades, San Rafael Las Flores, Santa Rosa

Servicio/infraestructura	Las Cortinas	Casco	Las Nueces	El Copante	Los Planes	La Cuchilla	Sabana	El Fucio	El	El	San Rafaelito	Los Vados	Media Cuesta	La Doncellita	Palo Negro	El Cielito	El Chanito	Las Delicias	El	La Vega	La Ceibita	El Chan	Estanzuelas	La Lagunilla	Nuevo
Sistema de agua		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x				x					x	x		
Cemento río		x																							
Campo de fútbol	Si	si	x	si	si	x	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	Si
Proyectos	Si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	Si
Salón comunal		x	x	x		x	x			x	x		x												
Centro de salud					/		x				x														
Drenaje																									
Energía eléctrica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Escuela pública	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x		x	x		x

En el cuadro 37 se presenta los servicios e infraestructura presente en las comunidades.

x = se cuenta con el servicio o infraestructura

/ = lo cuenta parcialmente

 = no cuenta con el servicio e infraestructura

C. Análisis de problemáticas

a. Identificación de problemas principales

En los cuadros 38, 39, 40 y 41 se presentan los diferentes problemas identificados en función de cada eje principal.

Cuadro 38. Problemas identificados inicialmente en relación a pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico

Eje Secundario	LAS NUECES	EL COPANTE	SAN RAFAEL LAS	LA CUCHILLA	LAS CORTINAS	LOS PLANES	NUEVO AMANEGER	EL VOLCANCITO	EL FUCIO	SABANA REDONDA	SAN JUAN BOSCO	PALO NEGRO	LA DONCELLITA	SAN RAFAELITO	EL QUEQUEXQUE	LA LAGUNILLA	LA CEIBITA	MEDIA CUESTA	LA VEGA	LOS VADOS	LAS ESTANZUELAS	EL PORTEZUELO	EL CHANITO	CHAN GRANDE	LAS DELICIAS	EL RENACIMIENTO	Sumatoria
Problemas de abastecimiento de agua continuo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
Problemas de contaminación de los afluentes (Falta de drenajes y plantas de tratamiento)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
Existencia Trapiches		1	1				1											1						1		1	6













b. Descripción de problemas principales encontrados en el Municipio de San Rafael Las Flores

i. Pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico

En el cuadro 42 se presentan las fuentes de agua que abastecen de agua potable los diferentes centros poblados, y la figura 35 muestra las diferentes fuentes y su ubicación.

Cuadro 42. Fuentes de abastecimientos de agua potable de comunidades en “Sub-Cuenca Los Vados”

<b>Tipo de Fuente</b>	<b>Comunidad beneficiada</b>	<b>Localización</b>	<b>Numero personas</b>
Nacimiento	Casco Urbano	Morales, Mataquescuintla, La Cuevitas	3000
Pozo Mecánico	Casco Urbano	Las Piscinas, San Rafael Las Flores	
Nacimiento	San Rafaelito	Caserío Los Vados	525
Nacimiento	Sabana Redonda	El Copante y Los Vados	955
Nacimiento	Los Vados	Soledad Grande (1),	234
Nacimiento	El Copante	En el Copante (3), en la Soledad Grande (1)	517
Nacimiento	El Chanito	Soledad Grande, Mataquescuintla (1), Aldea el Volcancito (1)	338
Nacimiento	Las Nueces	En las nueces (1)	1390
Nacimiento	Media Cuesta	Ubicado en el copante (1), ubicado en la soledad Grande (1)	1615
Pozo Mecánico	Media Cuesta	Media Cuesta	1615
Nacimiento	Los Planes	Las Nueces (1)	405
Nacimiento	San Juan Bosco	San Juan Bosco	980
Nacimiento	Chan Grande	Casillas	305
Nacimiento	Vega	Nueces (1)	149
Nacimiento	Quequexque	Soledad grande y Nueces	428
Nacimiento	El Volcancito	El copante	605
Nacimiento	El Copante	Soledad Grande	517
Nacimiento	Mataquescuintla	Barrios	8000
Nacimiento	Estanzuelas	San Juna Bosco	673
Nacimiento	La Lagunilla	San Juan Bosco	285

En el municipio de San Rafael Las Flores por medio del Ministerio de Salud Pública, a través del centro de salud se realiza un monitoreo constante de la potabilidad del agua, conjuntamente con la municipalidad específicamente con la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental se designan personas encargas de clorar el agua en las comunidad siguiendo un plan de trabajo para que las comunidades siempre estén con agua de calidad.

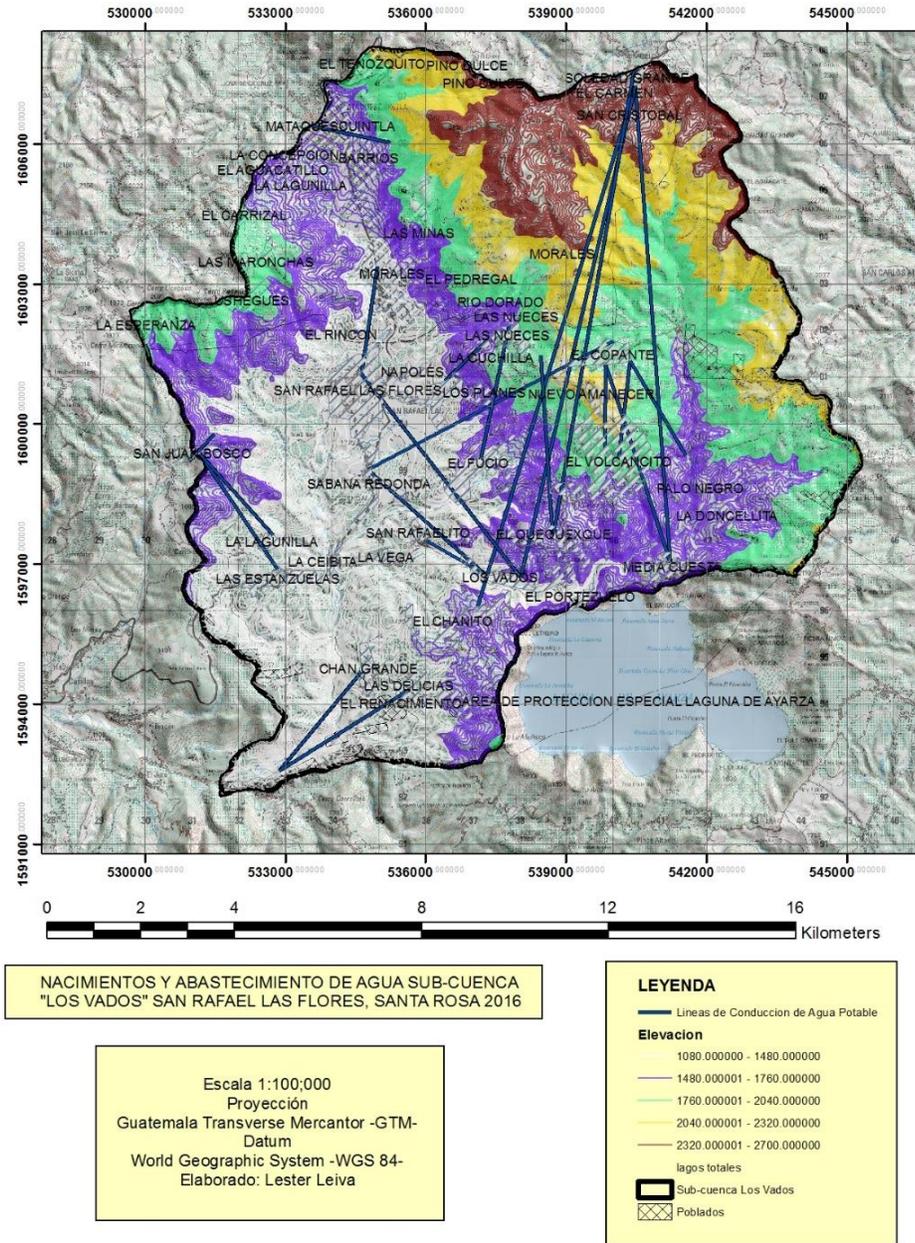


Figura 35. Nacimientos y comunidades abastecidas de agua potable en la Sub-Cuenca Los Vados

El pozo mecánico del Casco Urbano de San Rafael Las Flores, fue inaugurado en el año 2011, construido en su momento por la empresa Minera San Rafael S.A., posteriormente fue donado para que la municipalidad pudiera hacer la distribución en el casco urbano, pero a raíz de finales del año 2011 el MSPAS inicio un monitoreo al pozo mecánico, al tanque de distribución y grifos domiciliarios ahora para dicha investigación en 2016 se muestreo la calidad del agua en función bacteriológica, físico-química y metales pesados.

La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural, es un contaminante importante en el consumo, ya que es una de las pocas sustancias que se ha demostrado que producen cáncer en el ser humano por consumo de agua potable, existen pruebas de estudios epidemiológicos, de que el consumo en cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos en particular la piel y la vejiga y los pulmones. (Ministerio de Salud Pública, 2015) Basado en la preocupación por su capacidad cancerígena, la OMS fijo desde 1993 un valor de referencia de 0.01 mg/L (OMS, 2006).

El pozo mencionado anteriormente abastece aproximadamente a 1091 viviendas del casco urbano y posee un caudal aproximadamente de 270 gal/min, está ubicado en el casco urbano en la parte noreste del centro de San Rafael además en la misma dirección se encuentra el tanque municipal de San Rafael Las Flores que recibe agua de 2 nacimientos ubicados al norte y al este del municipio sumado a la producción del pozo que posteriormente por gravedad se realiza la distribución.

La presencia actual de arsénico se puede considerar una fuerte preocupación para la municipalidad debido a que en el pozo y el tanque de distribución presenta valores que están por encima del valor permitido aunque es de bien mencionar que en los grifos domiciliarios este valor adquiere un valor que es aun permisible dentro de las normas vigentes.

Según las medidas establecidas por el K'atun 2032 se debe realizar una evaluación de la calidad de las aguas para su utilización. (SEGEPLAN, 2014).

A continuación en el cuadro 43 se presentan los parámetros que están fuera de los parámetros establecidos por la Norma COGUANOR, en la figura 36 se presenta una fotografía del muestreo realizado en campo.

Cuadro 43. Informe de presencia de presencia de arsénico en pozo mecánico “Las Piscinas”, tanque de distribución y grifo domiciliario, San Rafael Las Flores

Informe Pozo "Las Piscinas"			
Parámetro	Mes/Año	Valor	Responsable
Arsénico (mg/L)	mar-11	0.0005	Centro Salud
Arsénico (mg/L)	oct-14	0.0321	Centro Salud
Arsénico (mg/L)	may-16	0.0397	Centro Salud
Arsénico (mg/L)	dic-16	0.139	Municipalidad
Informe Pozo "Tanque Municipal"			
Parámetro	Mes/Año	Valor	Responsable
Arsénico (mg/L)	feb-14	0.0153	Centro Salud
Arsénico (mg/L)	oct-14	0.0128	Centro Salud
Arsénico (mg/L)	dic-16	0.021	Municipalidad
Informe Pozo "Grifo Domiciliar"			
Parámetro	Mes/Año	Valor	Responsable
Arsénico (mg/L)	ene-16	0.0090	Centro de Salud
Arsénico (mg/L)	dic-16	0.0093	Municipalidad

\*Valor permitido según norma Coguanor 0.01 ml/L

Fuente: Análisis Laboratorio Ecoquimsa S.A, 2016.



Figura 36. Toma de muestras de pozo mecánico, Las Piscinas, San Rafael Las Flores, 2016

En la figura 37 se presenta la dinámica de la presencia de arsénico en el tiempo, en el pozo mecánico Las Piscinas.

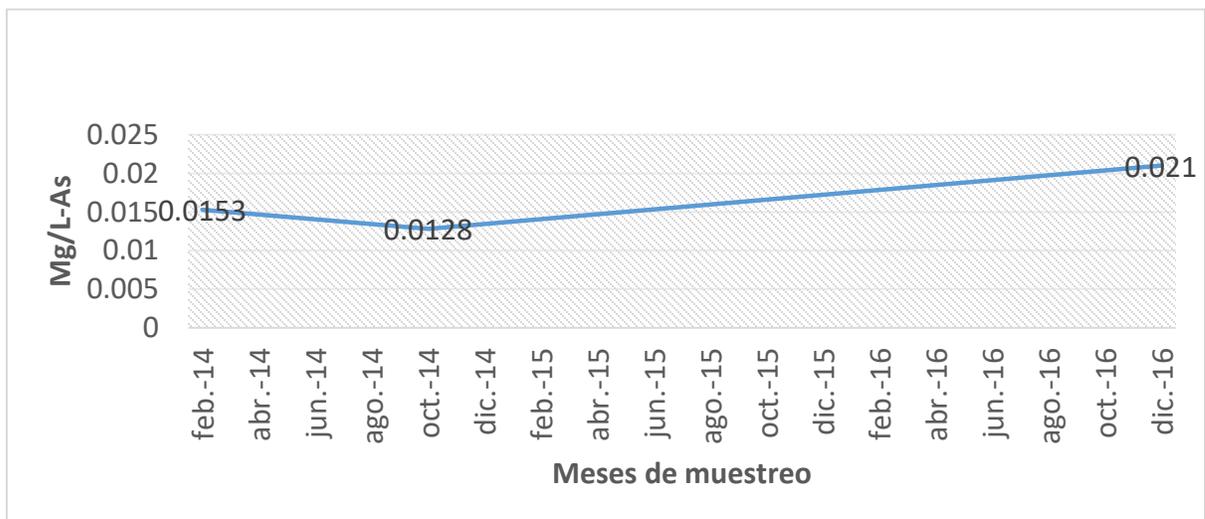


Figura 37. Gráfica de presencia de arsénico en pozo municipal, San Rafael Las Flores

En la gráfica 38 se presente la presencia de arsénico en el tiempo en el tanque de distribución para el casco urbano.

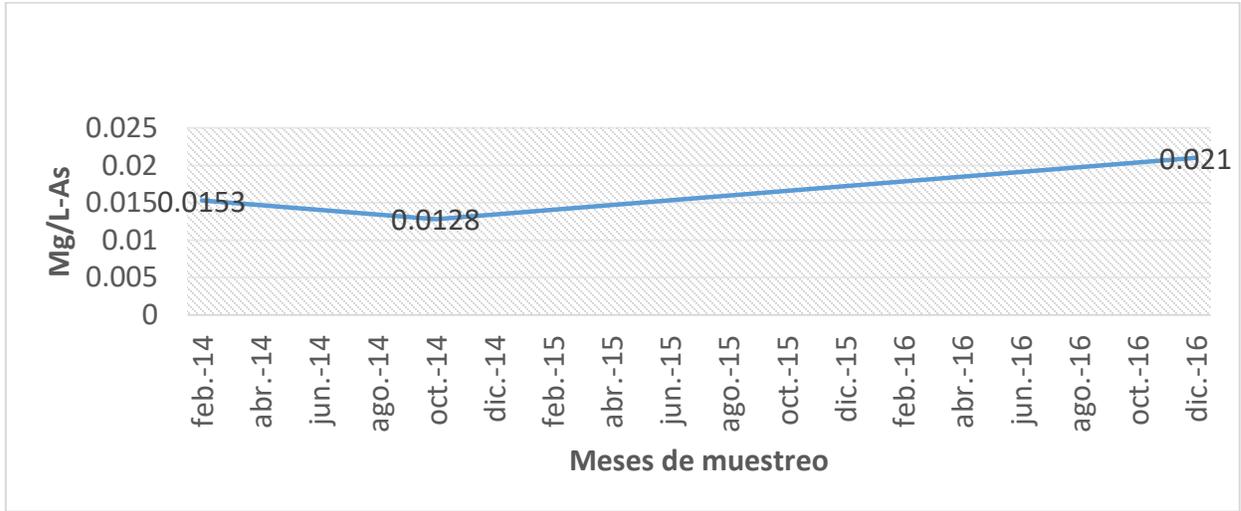


Figura 38. Gráfica de presencia de arsénico en tanque municipal, San Rafael Las Flores

En la figura 39 se presente la presencia de arsénico en el tiempo para grifos domiciliare, en el casco urbano de San Rafael Las Flores.

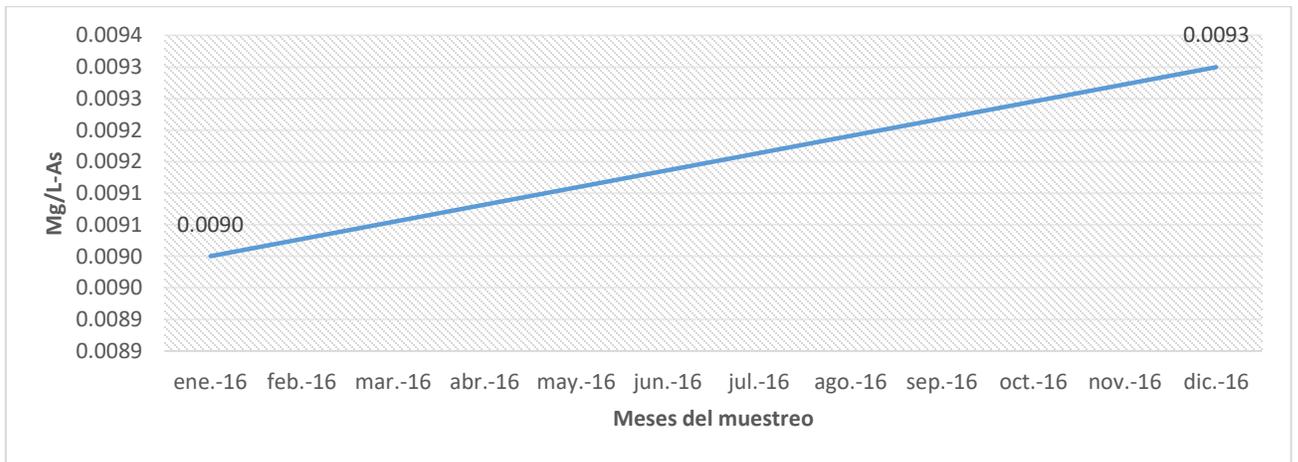


Figura 39. Gráfica de presencia de arsénico en grifo domiciliario, San Rafael Las Flores

En el pozo y el tanque municipal se presentó sulfatos, estos en el agua pueden generar un sabor apreciable y en niveles muy altos provocar un efecto laxante en consumidores no habituados y contribuir a la corrosión de los sistemas de distribución, el deterioro del sabor varía en función de la naturaleza del catión asociado, por lo general se considera que el deterioro del sabor es mínimo cuando la concentración es menor que 250 mg/L. (OMS, 2006).

El valor presentado en el pozo y tanque respectivamente es de 335 y 320 mg/L, por lo que los niveles están fuera de lo que establece la norma ahora bien en relación a los sulfatos en el grifo domiciliario presentó un valor de 225 mg/L lo que se considera dentro del límite máximo permisible, el cuadro 44 presenta esta síntesis mencionada anteriormente.

Cuadro 44. Informe de presencia de sulfatos en pozo, tanque y grifo domiciliario, municipio de San Rafael Las Flores

Informe Pozo "Las Piscinas"			
Parámetro Sulfatos	LMP	Valor	Responsable
Sulfatos (mg/L)- SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> POZO	250	335	Centro Salud
Sulfatos (mg/L )- SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> TANQUE	250	320	Centro Salud
Sulfatos (mg/L )- SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> GRIFO	250	225	Centro Salud

\*Valor permitido según norma Coguanor 0.01 ml/L

Fuente: Análisis Laboratorio Ecoquimsa S.A, 2016.

Se tiene un único registro de contaminantes en el río San Rafael, que es un afluente del río Los Esclavos, este río característico del poblado de San Rafael Las Flores divide en dos partes el centro poblado, la muestra fue tomada en la entrada del río al municipio en el puente antigua carretera barrio tierra colorada, y la segunda muestra en un puente ubicado en la salida de San Rafael Las Flores. En el cuadro 45 y 46 se muestra el análisis realizado al río San Rafael ubicado en el casco urbano de San Rafael Las Flores.

Cuadro 45. Análisis de aguas parte alta del río, entrada de casco urbano de San Rafael Las Flores

<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>
DQO	659 mg/L
DBO	45
Sólidos Suspendidos Totales	28.8
Cobre	<0.35 mg/L
Níquel	<0.50 mg/L
Zinc	<0.35 mg/L
Mercurio	<0.015 mg/L
Arsénico	<0.001 mg/L
Cadmio	<0.020 mg/L
Plomo	<0.0020 mg/L
Fosforo Total	1.20 mg/L

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud MSPAS, 2011.

Cuadro 46. Análisis de aguas parte baja del río, salida casco urbano de San Rafael Las Flores

<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>
DQO	130 mg/L
DBO	<20 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	<10 mg/L
Cobre	<0.35 mg/L
Níquel	<0.50 mg/L
Zinc	<0.35 mg/L
Mercurio	<0.015 mg/L
Arsénico	<0.001 mg/L
Cadmio	<0.020 mg/L
Plomo	<0.0020 mg/L
Fosforo Total	0.64 mg/L

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud MSPAS, 2011.

Los resultados denotan que aguas arriba la contaminación es superior al momento de ingresar al municipio, recordando que al norte se encuentra el municipio de Mataquescuintla, y el casco urbano de Mataquescuintla se encuentra parcialmente dentro de la sub-cuenca situación que ve reflejada el río San Rafael debido a que desde la parte alta recibe descargas de aguas residuales debido a que Mataquescuintla no cuenta con planta de tratamiento para el saneamiento de aguas residuales y estas descargan directamente en el afluente.

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO5) como lo fue en este caso, se mide en ppm de O<sub>2</sub> que se consume.

El río San Rafael presenta 45 ppm en la parte alta y <20 ppm en la salida del río, en las aguas superficiales es muy variable y depende de las fuentes contaminantes aguas arriba pero un parámetro que puede darnos una idea es que en las aguas residuales domésticas se sitúa entre los 100 y 350 ppm, y las industriales puede alcanzar miles de ppm, las aguas subterráneas deben tener menos 1ppm.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato, permanganato, etc. Por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas. Es un parámetro más rápido que el anterior ya que es de medición casi inmediata, la unidad de medida son ppm de O<sub>2</sub>.

Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 ppm a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 ppm y 600 ppm.

En este caso el río San Rafael presenta 659 ppm en la parte alta y en la parte baja 130 ppm para este parámetro y por la inexistencia de una ley de aguas específica para ríos se toman los parámetros del tipo de muestreo de agua residual especial que indica que la concentración debe ser de 250 ppm por lo que no se cumple dicho parámetro estipulado

para el 2019 para la entrada pero si para la salida del río, posteriormente para el 2020 este parámetro tiene que cumplirse y bajar a 100 ppm por lo que habría que socializar a nivel de sub-cuenca la importancia del saneamiento ambiental.

Hay un índice que nos indicará el tipo de vertido, aguas arriba que tenemos en el agua que estamos analizando y es la relación (DBO / DQO) si es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se interpretará que aguas arriba tenemos un vertido orgánico.

En este caso la relación está dada por  $\frac{45 \text{ mg/L}}{659 \text{ mg/L}}$  lo que nos indica de 0.068 lo que puede deducirse que aguas arriba se tiene un vertido inorgánico.

Para el resto de elementos contaminados tales como sólidos suspendidos totales, cobre, níquel, zinc, mercurio, arsénico, cadmio, plomo y fosforo total los parámetros están dentro de los límites máximos permitidos.

## ii. Dinámica forestal en la sub-cuenca Los Vados y Municipio de San Rafael Las Flores.

Según el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) en materia del manejo forestal podemos observar que el período 1991-2001 hubo una pérdida de la masa forestal de 369 hectáreas (ha). El problema es mayor en el área de Media Cuesta y San Rafaelito debido a la expansión de la frontera agrícola y los constantes incendios forestales. A pesar de los esfuerzos interinstitucionales en el municipio, debemos constatar que se necesitan más iniciativas y programas a largo plazo para llegar a un balance entre lo deforestado y lo reforestado e iniciar un proceso de recuperación del área boscosa.

En materia de consumo energético es notable el consumo de leña para la cocina el 78 % de hogares utilizan esta fuente energética (INE 2002), en el cuadro 47 podemos observar la dinámica forestal del municipio y la figura 40 la dinámica gráficamente.

Cuadro 47. Dinámica forestal en el municipio de San Rafael Las Flores, 1991-2001, 2006-2016

No.	Tipo	1991-2001 Hectáreas	2006-2016 Hectáreas	Porcentaje (%) actual
1	Agua	662	662	7.81
2	Bosque	2056	551	6.50
3	Ganancia	130	92	1.09
4	No Bosque	5261	6563	77.41
5	Pérdida	369	610	7.20
	Total	<b>8478</b>	<b>8478</b>	<b>100</b>

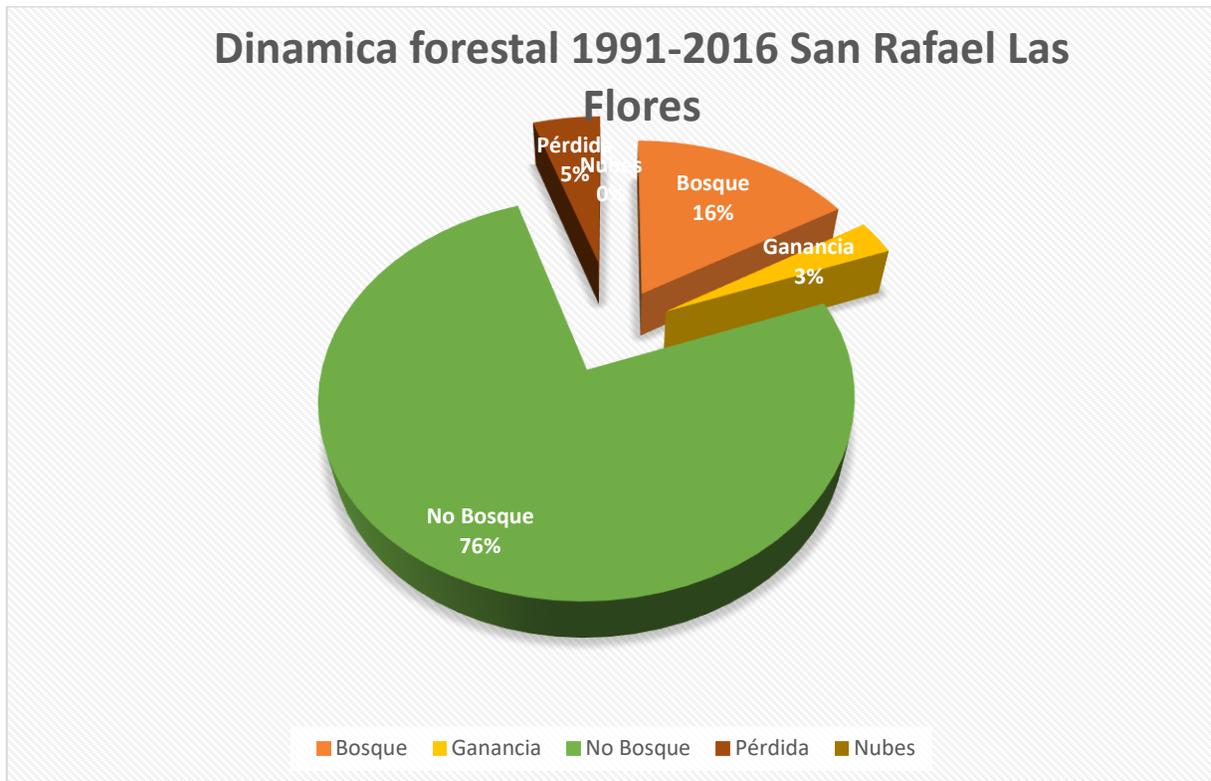


Figura 40. Dinámica forestal municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa.

La dinámica actual nos presenta que se ha incrementado la deforestación en el municipio y se tiene una pérdida de 61 ha/año este fenómeno se debe principalmente en esta región al cambio de uso de la tierra, las plantaciones de café han sustituido al bosque natural de la región y la sombra que se le aplica al café no es catalogado como bosque, en realidad es un sistema agro-forestal, además a esto se suma el consumo energético por la leña que es un problema a nivel nacional, por lo tanto las tasas de dinámica es elevada y supera las 36 ha/año que se produjeron del año 1991 al 2001(actualmente 61 ha/ año).

Las áreas que se han visto mayormente afectadas son el Chan Grande, Las Estanzuelas, La Lagunilla, San Juan Bosco, generalmente se ha asociado a las licencias otorgadas por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) con la dinámica tan acelerada de perdida de bosques aunque es de bien mencionar que una de las principales causas son el consumo para consumo energético (leña).

A nivel de sub cuenca es importante realizar este análisis debido a la función que tienen los arboles no solo en la proporción de oxígeno sino por su valor para recargar acuíferos subterráneos de la región, la disminución en el caudal de los diferentes nacimientos de la región esta intrínsecamente vinculado a la perdida sustancial del bosque a nivel de sub-cuenca podemos determinar lo siguiente en el cuadro 48, en la figura 41 la descripción gráfica.

Cuadro 48. . Dinámica forestal sub-cuenca Los Vados, 1991-2001, 2006-2016

No.	Tipo	1991-2001 Hectáreas	2006-2016 Hectáreas	Porcentaje (%) actual
1	Bosque	5275	2515	16.30
2	Ganancia	294	453	2.94
3	No Bosque	8621	11686	75.72
4	Pérdida	824	779	5.05
5	Nubes	310	0	0
	Total	<b>15,324</b>	<b>15,433</b>	<b>100</b>

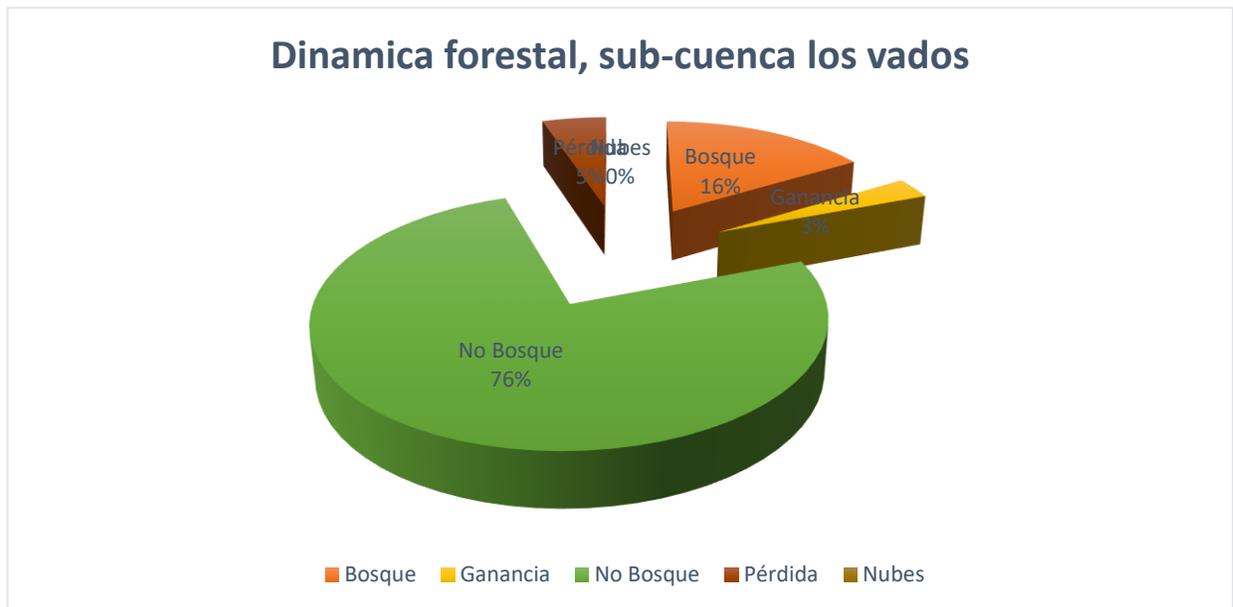


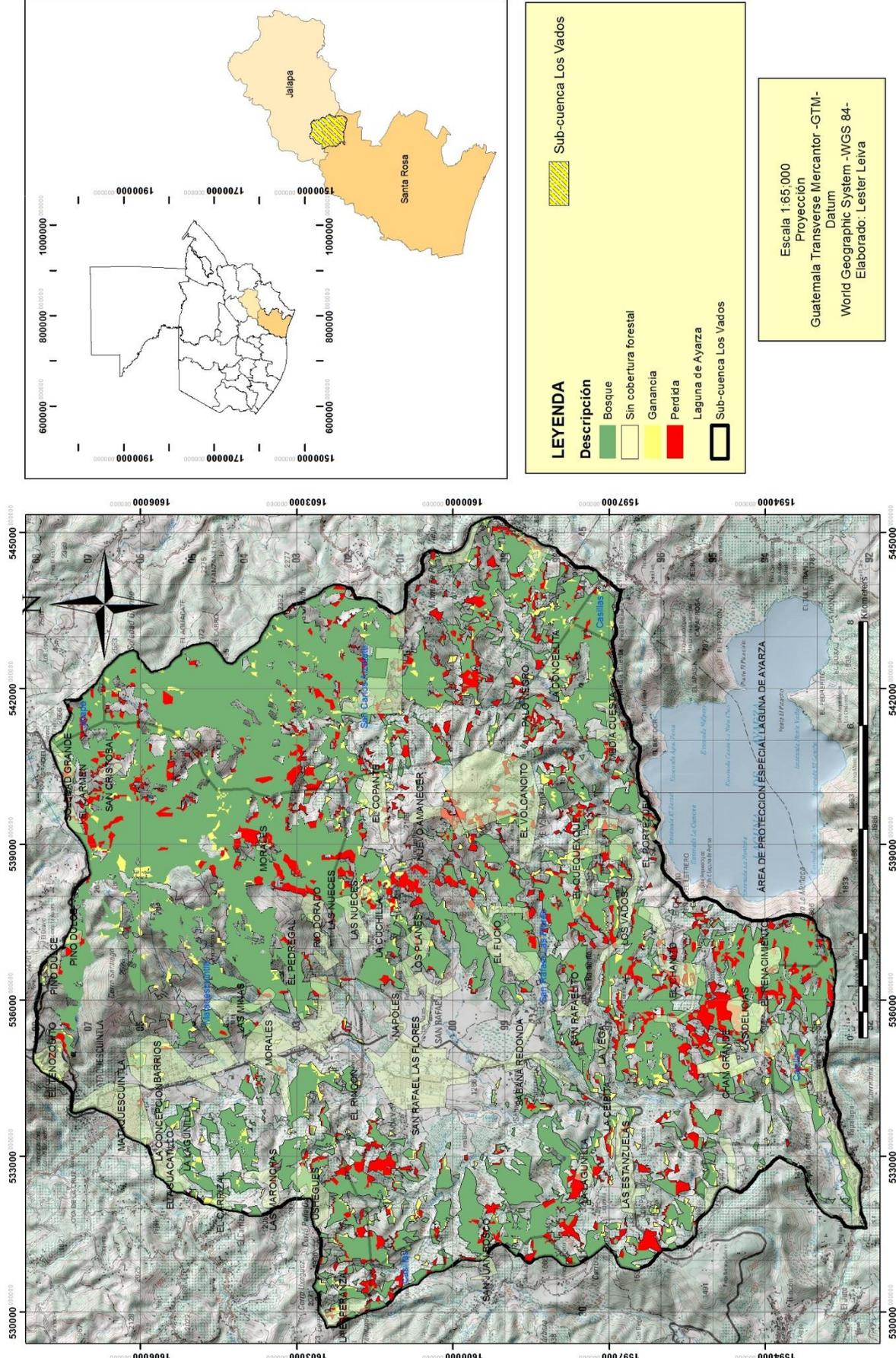
Figura 41. Dinámica forestal, sub-cuenca Los Vados.

A nivel de sub-cuenca la parte alta de la sub-cuenca en los municipios de Mataquescuintla y San Carlos Alzatate se puede hacer notar que es una zona montañosa donde predominaba un bosque denso (1991-2001) a partir de los últimos 10 años se ha dado una disminución del bosque que se estima que a nivel de la sub-cuenca se están perdiendo 77 ha/año, el cambio de uso de la tierra ha sido un factor fuerte para la desaparición del bosque esto debido a que la expansión principalmente del café o en algunas regiones para pastizales.

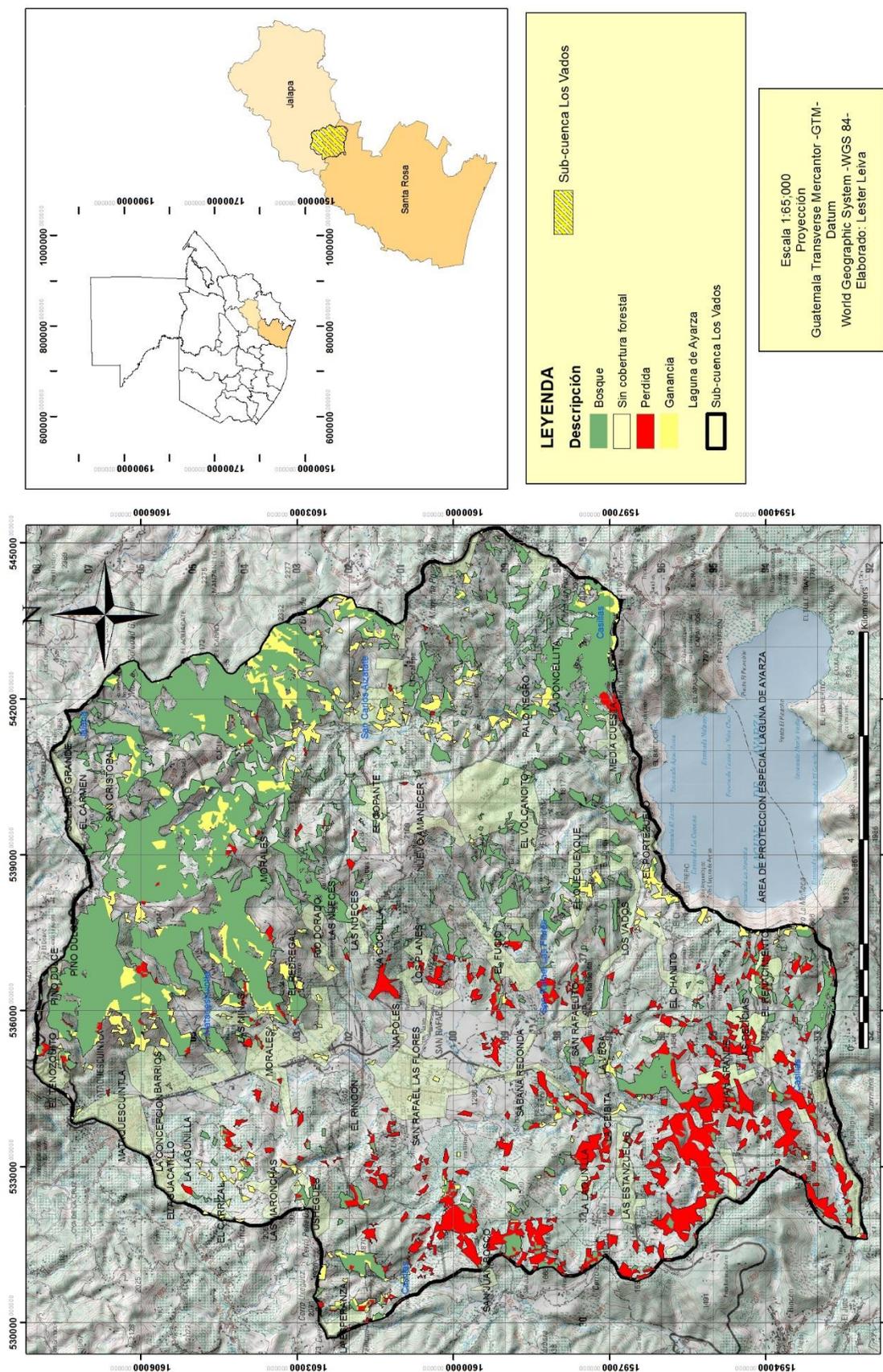
A manera de conclusión a partir de 1991 al 2016 se tiene que la presencia de bosque en la sub-cuenca es de un 16 % aproximadamente, un 75 % está destinado para otras actividades tales como urbanizaciones, agricultura de diferente índole, proyectos industriales, agroindustriales etc.

En los últimos 25 años se ha tenido una pérdida de más de 1,603 ha de bosque, lo que represente una pérdida anual de 64 ha/año, y se han reforestado 747 ha en los últimos 25 años a una tasa de reforestación a nivel de sub-cuenca de 29 ha/año, por lo tanto es de

importancia apoyarse en temas de sensibilización sumado al ingreso de fuentes de energía alternativas para las comunidades, aprovechamiento sostenible de los bosques y captación de incentivos forestales para comunidades organizadas, en la figura 42 podemos observar la dinámica forestal desde el año 1991 al 2001 y en figura 43 la dinámica forestal de los años 2006 a 2016.



**FIGURA 42. DINAMICA FORESTAL 1991-2001 SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.**



**FIGURA 43. DINAMICA FORESTAL 2006-2016 SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.**

### iii. Aguas residuales

El agua residual es un tópico de suma importancia en el municipio de San Rafael Las Flores, la contaminación a los afluentes ha crecido gradualmente a través del tiempo debido al crecimiento poblacional que es directamente proporcional con la aparición de nuevas lotificaciones y urbanizaciones en la zona, esto influye en que la mayoría de viviendas utilicen el agua con fines domésticos, a través del tiempo se han tenido algunos intentos de poder darle tratamiento a las aguas residuales del municipio, pero la falta de drenajes, la falta de planificación dentro del territorio, la poca valorización del tema ambiental ha sido de las principales causas de que en estos momentos no se tenga un sistema eficiente para el tratamiento y reúso de las aguas residuales, factor que afecta poblados ubicados en la parte baja del cauce normal del Río Los Esclavos, debido a que las corrientes permanentes e intermitentes son afluentes del mismo.

A continuación se presenta una descripción de los puntos más importantes analizados e investigados en relación a aguas residuales.

#### a. Horarios de descarga de aguas residuales.

Las horas de mayor uso y por ende de descarga de aguas residuales se registra por la mañana de 6 am a 9 am, en este horario se realizan los aseos personales, la limpieza en el hogar, lavado de ropa entre otras actividades, posteriormente durante el horario de la tarde de 5:00 pm a 8:00 pm se tiene registrado que también se realiza una descarga alta de aguas residuales.

#### b. Descripción del tratamiento de Aguas Residuales

Actualmente se tiene en el municipio 4 plantas de tratamiento y 1 Reactor de Flujo Ascendente, lastimosamente por la mala planificación y los cambios de poder en el tiempo no se les ha dado mantenimiento y se han perdido en el tiempo, situación que ahora ya no cumplen su función; se tenían plantas en la aldea Los Planes, San Rafaelito, parte de atrás

de cementerio municipal y hacia la salida del casco urbano que conecta con aldea Sabana Redonda.

Las plantas no están funcionando, tres de ellas se utilizaron y se perdieron en el tiempo y una se construyó pero nunca se activó, siendo una pérdida en los recursos para el saneamiento ambiental, en la figura 44 podemos observar las plantas de tratamiento y su estado actual.

Actualmente solo funciona un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA) en la salida del barrio San Antonio que recientemente se le ha dado mantenimiento en el 2016, en el cuadro 49 podemos obtener información de la situación de las plantas de tratamiento del municipio.

Cuadro 49. Plantas de tratamiento actuales y proyectadas para el municipio de San Rafael Las Flores

No.	Tipo de planta	Coordenadas	Estado
1	Planta de Tratamiento primaria ubicada en las cercanías del cementerio Municipal	14°28'21.2" N 90°11'04.7" O	Funcionando parcialmente
2	Planta de tratamiento ubicada en barrio San Antonio, San Rafael Las Flores	14°27'55.77"N 90°10'47.46"O	Falta Activación (Se construyó pero no se activó)
3	Reactor anaerobio de flujo ascendente en barrio San Antonio, San Rafael Las Flores	14°27'55.77"N 90°10'47.46"O	Funcionando
4	Planta de Tratamiento primaria ubicada en aldea San Rafaelito, San Rafael Las Flores	14°26'49.88"N 90°10'7.33"O	Funcionando parcialmente
5	Planta de Tratamiento primaria ubicada en la aldea Los Planes	14°28'24.40"N 90°10'13.13"O	Funcionando parcialmente
4	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Media Cuesta, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.	14°26'23.52"N 90° 7'1.82"O	Ejecución en 2016
5	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales, aldea las Nueces, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.	14°28'58.54"N 90° 8'51.12"O	Proyectada su construcción en 2017-2018
6	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Los Planes, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.	14°28'30.15"N 90°10'21.23"O	Proyectada su construcción en 2017-2018
7	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Sabana Redonda, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.	14°27'41.75"N 90°10'44.39"O	Proyectada su construcción en 2017-2018
8	Ampliación Sistema de Alcantarillado sanitario, colonias unidas, San Rafael Las Flores.	14°28'42.80"N 90°11'18.25"O	Realizado en 2016
9	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales, Colonias Unidas, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.	14°28'42.80"N 90°11'18.25"O	Proyectada su construcción en 2017-2018

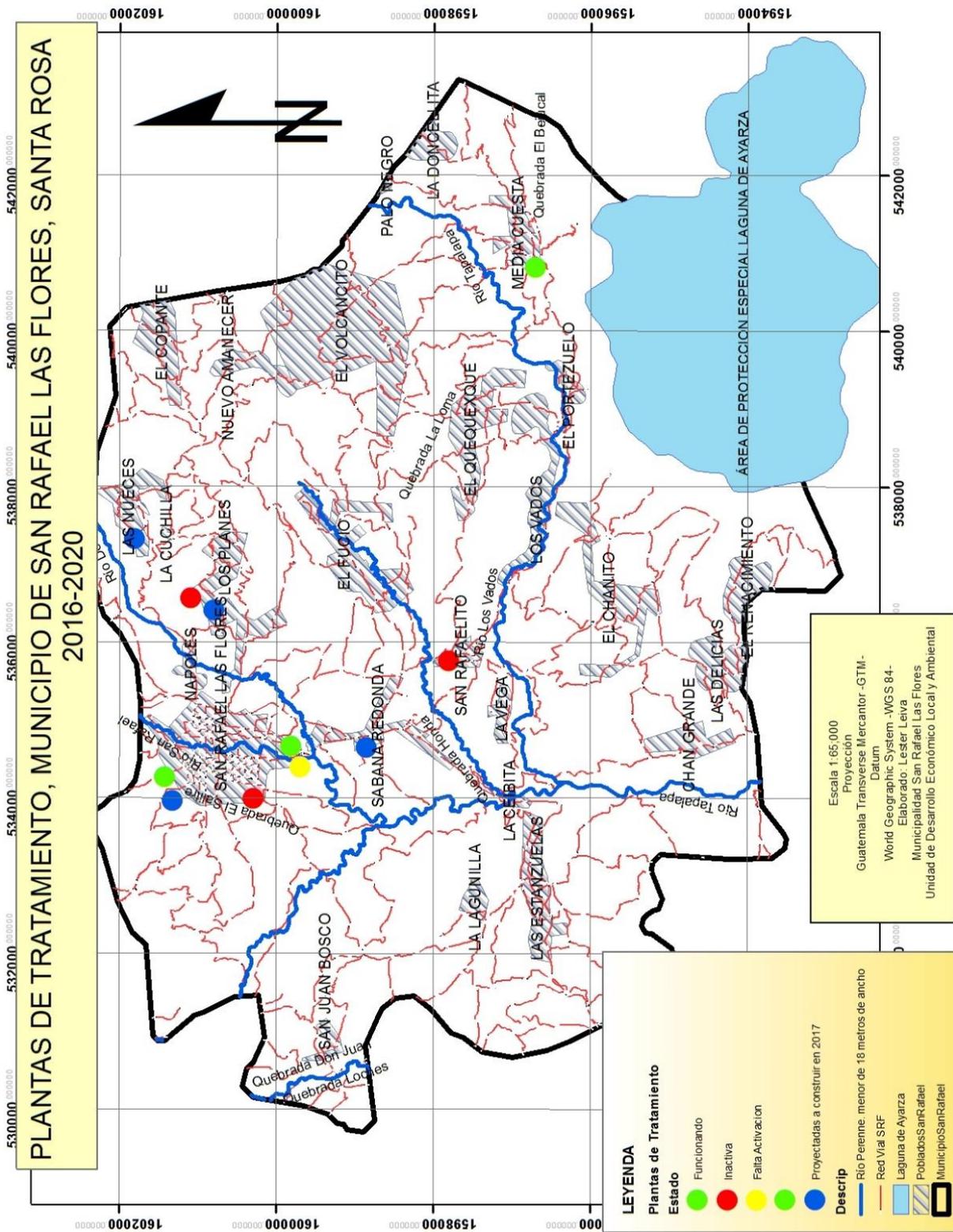


Figura 44. . Plantas de tratamiento en el municipio de San Rafael Las Flores, 2016-2020

- c. Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables.

Para la caracterización de aguas residuales se tomaron tres puntos específicos, significativos de áreas donde están siendo descargadas las aguas residuales (ver figura 45), el primer punto es la salida del drenaje que se dirige a la planta de tratamiento en el cementerio (actualmente no está funcionando), en el cuadro 50 se presentan los puntos de muestreo.

Cuadro 50. Puntos de muestreo para estudio de aguas residuales, San Rafael Las Flores, Santa Rosa

<b>Punto de referencia</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Hora de muestreo</b>	<b>Tipo de muestra</b>	<b>Temperatura de almacenaje</b>	<b>Método de muestreo y preservación</b>
Entrada Planta de tratamiento de cementerio municipal	18°28'21.1"N 90°11'04.8"O	9:50 am	Simple	5°C	PRO19-MUE INS04-MUE
La Bonanza	14°28'15.7"N 90°10'42.6"O	10:23 am	Simple	5°C	PRO19-MUE INS04-MUE
El Puenton	14°28'36.7"N 90°10'43.7"O	10:57 am	Simple	5°C	PRO19-MUE INS04-MUE

Para estos puntos se realizó la siguiente caracterización en sentido bacteriológico, fisicoquímicos y metales pesados. La descripción detallada de los análisis realizada se presenta en el cuadro 51 y 52.

Cuadro 51. Análisis bacteriológicos y físico-químicos realizados

Análisis	Dimensional
Cianuro	Mg/L – CN-
Color	U Pt-Co
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Mg/L –O <sub>2</sub>
Demanda Química de Oxígeno	Mg/L –O <sub>2</sub>
Relación DBO/DBQ	----
Fosforo Total	Mg/L –P
Grasas y Aceites	Mg/L
Materia Flotante	----
Nitrógeno Total	Mg/L –N
pH (in-situ)	---
Sólidos Sedimentables	mL/L
Sólidos suspendidos	Mg/L
Temperatura Promedio	*C
Coliforme fecales	NMP/100MI

Fuente: Laboratorio ecológico y químico ECOQUIMSA. S.A, 2016.

Cuadro 52. Análisis de metales pesados realizados

Análisis	Dimensional	
Arsénico	Mg/L-As	STM 3114 B
Cadmio	Mg/L – Cd	STM 3114 B
Cobre	Mg/L - Cu	STM 3114 B
Cromo	Mg/L - Cr	Merck 1.14552.001
Mercurio	Mg/L – Hg	STM 3114 B
Níquel	Mg/L – Ni	STM 3114 B
Plomo	Mg/L – Pb	STM 3114 B
Zinc	Mg/L – Zn	STM 3114 B

Fuente: Laboratorio ecológico y químico ECOQUIMSA S.A, 2016.

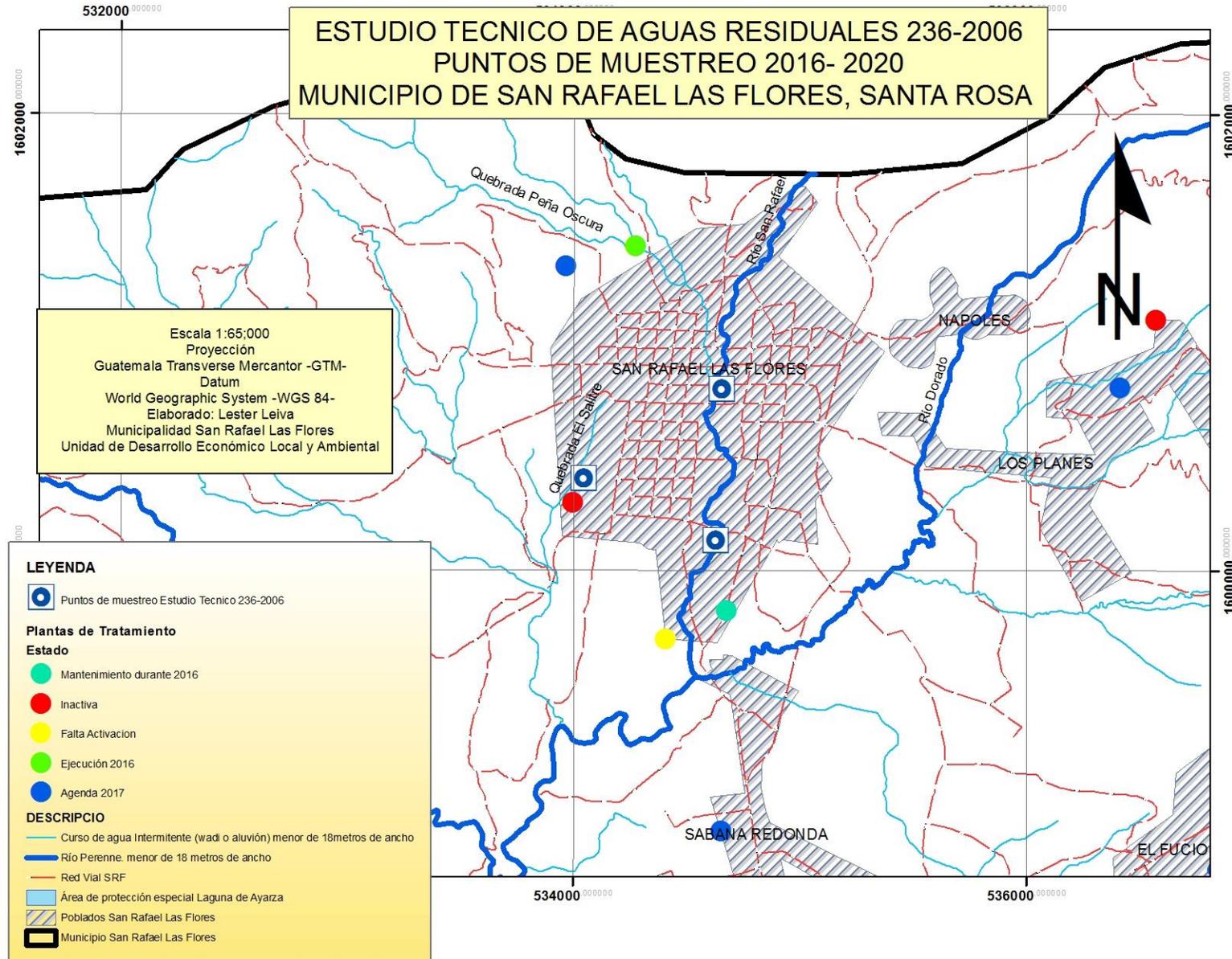


Figura 45. Puntos de muestreo estudio técnico de aguas residuales acuerdo gubernativo 236-2006

En el cuadro 53, 54 y 55 se presentan los resultados obtenidos de los muestreos realizados en los puntos identificados anteriormente.

Cuadro 53. Caracterización de aguas residuales punto de muestreo “entrada planta cementerio”

Análisis	Referencia	Artículo 24: Límites Máximos Permisibles de Descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público				
		Dimensional	Entrada planta de cementerio	2 de mayo de dos mil diecinueve	2 de mayo de dos mil veinte	2 de mayo de dos mil veinticuatro
Color	u Pt-Co	421	1000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	269	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L - P	4	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	33	50	10	10	10
Materia Flotante	----	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L - N	23	150	70	20	20
pH (in situ)	Unidades de pH	8	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	158	275	200	100	100
Temperatura (in situ)	°C	25	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
Coliformes fecales	NMP/100ml	540,000	< 1*10E7	< 1*10E4	< 1*10E4	< 1*10E4
Arsénico	mg/L - As	0.0090	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L - Cd	< 0.0090	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro	mg/L -CN-	< 0.010	1	1	1	1
Cobre	mg/L - Cu	<0.040	3	3	3	3
Cromo (VI)	mg/L - Cr	< 0.010	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L - Hg	< 0.0010	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	mg/L - Ni	< 0.300	2	2	2	2
Plomo	mg/L - Pb	< 0.060	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg/L - Zn	0.122	10	10	10	10

Cuadro 54. Caracterización de aguas residuales punto de muestreo “La Bonanza”

Análisis	Referencia Dimensional	Artículo 24: Límites Máximos Permisibles de Descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado publico				
		La Bonanza	2 de mayo de dos mil diecinueve	2 de mayo de dos mil veinte	2 de mayo de dos mil veinticuatro	2 de mayo de dos mil veinticinco
Color	u Pt-Co	349	1000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	310	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L - P	3	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	40	50	10	10	10
Materia Flotante	----	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L - N	19	150	70	20	20
pH (in situ)	Unidades de pH	8	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	162	275	200	100	100
Temperatura (in situ)	°C	26	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
Coliformes fecales	NMP/100ml	24,000	< 1*10E7	< 1*10E4	< 1*10E4	< 1*10E4
Arsénico	mg/L - As	0.0152	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L - Cd	< 0.0090	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro	mg/L -CN-	< 0.010	1	1	1	1
Cobre	mg/L - Cu	<0.040	3	3	3	3
Cromo (VI)	mg/L - Cr	< 0.010	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L - Hg	< 0.0010	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	mg/L - Ni	< 0.300	2	2	2	2
Plomo	mg/L - Pb	< 0.060	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg/L - Zn	0.1660	10	10	10	10

Cuadro 55. Caracterización de aguas residuales punto de muestreo “El puenton”

	Referencia El puenton	Artículo 24: Límites Máximos Permisibles de Descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado publico				
Análisis	Dimensional	Referencia: El Puenton	2 de mayo de dos mil diecinueve	2 de mayo de dos mil veinte	2 de mayo de dos mil veinticuatro	2 de mayo de dos mil veinticinco
Color	u Pt-Co	1035	1000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	1327	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L - P	5	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	272	50	10	10	10
Materia Flotante	----	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L - N	40	150	70	20	20
pH (in situ)	Unidades de pH	7	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	428	275	200	100	100
Temperatura (in situ)	°C	25	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
Coliformes fecales	NMP/100ml	940,000	< 1*10E7	< 1*10E4	< 1*10E4	< 1*10E4
Arsénico	mg/L - As	0.0058	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L - Cd	< 0.0090	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro	mg/L -CN-	< 0.010	1	1	1	1
Cobre	mg/L - Cu	0.042	3	3	3	3
Cromo (VI)	mg/L - Cr	< 0.010	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L - Hg	< 0.0010	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	mg/L - Ni	< 0.300	2	2	2	2
Plomo	mg/L - Pb	< 0.060	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg/L - Zn	0.280	10	10	10	10

d. Identificar el cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales

Las aguas residuales del municipio de San Rafael Las Flores están siendo descargadas directamente en dos puntos, el primero el río San Rafael, río característico que atraviesa al casco urbano y lo divide al este con las calles principales del municipio y los Barrios Las Piedronas, Las Cinco Calles, Barrio Las Piscinas y al oeste con el Barrio Oriental y Barrio San Antonio.

Las descargas se realizan al afluente de parte de los Barrios del este y del oeste, únicamente las Colonias Unidas, Colonia San Francisco, Barrio Las Piscinas, la cuadra contigua al cementerio municipal descargan directamente a la antigua planta de tratamiento que está en la parte posterior del cementerio municipal.

El río San Rafael tiene una longitud de aproximadamente 3500 metros de longitud Nace en Mataquescuintla, municipio del departamento de Jalapa, en este lugar recibe el nombre de río el Morito, en este lugar recibe las descargas del municipio de Mataquescuintla que la parte ubicada más al sur del centro poblado descargan sus aguas residuales a este afluente, en todo el recorrido no encuentra una planta de tratamiento que pueda tratar las aguas que vienen desde la parte alta de la sub-cuenca, el río es perenne y tiene un ancho aproximado de 10-12 metros.

El otro afluente que se ve afectada de las descargas de aguas residuales es la quebrada el Salitre que se encuentra atrás del cementerio municipal, en este lugar está instalada una planta de tratamiento que se ha perdido a través del tiempo y actualmente no cumple su función.

La quebrada el Salitre es una corriente intermitente de aproximadamente 800 metros de longitud, tiene un ancho menor de 10 metros, esta corriente recibe las descargas de las aguas residuales de aproximadamente de más de 100 viviendas del Casco Urbano.

Algo de suma importancia resaltar es que el río San Rafael y la quebrada el Salitre son afluentes del Río Los Esclavos, y estos llevan aguas abajo la contaminación provocada por el municipio de Mataquescuintla y San Rafael Las Flores, en ese sentido radica la importancia de la generación de planes ambientales para mitigar estos problemas ambientales.

El municipio de San Rafael Las Flores posee una cobertura aproximada del 70 % en relación a las viviendas que están siendo beneficiadas con drenaje, las autoridades deben enfocarse en completar la cobertura del servicio en el municipio y posteriormente proporcionar las plantas de tratamiento que tengan la capacidad de tratar las aguas caracterizadas anteriormente, en la figura 46 podemos observar la cobertura del servicio de drenaje en el casco urbano.

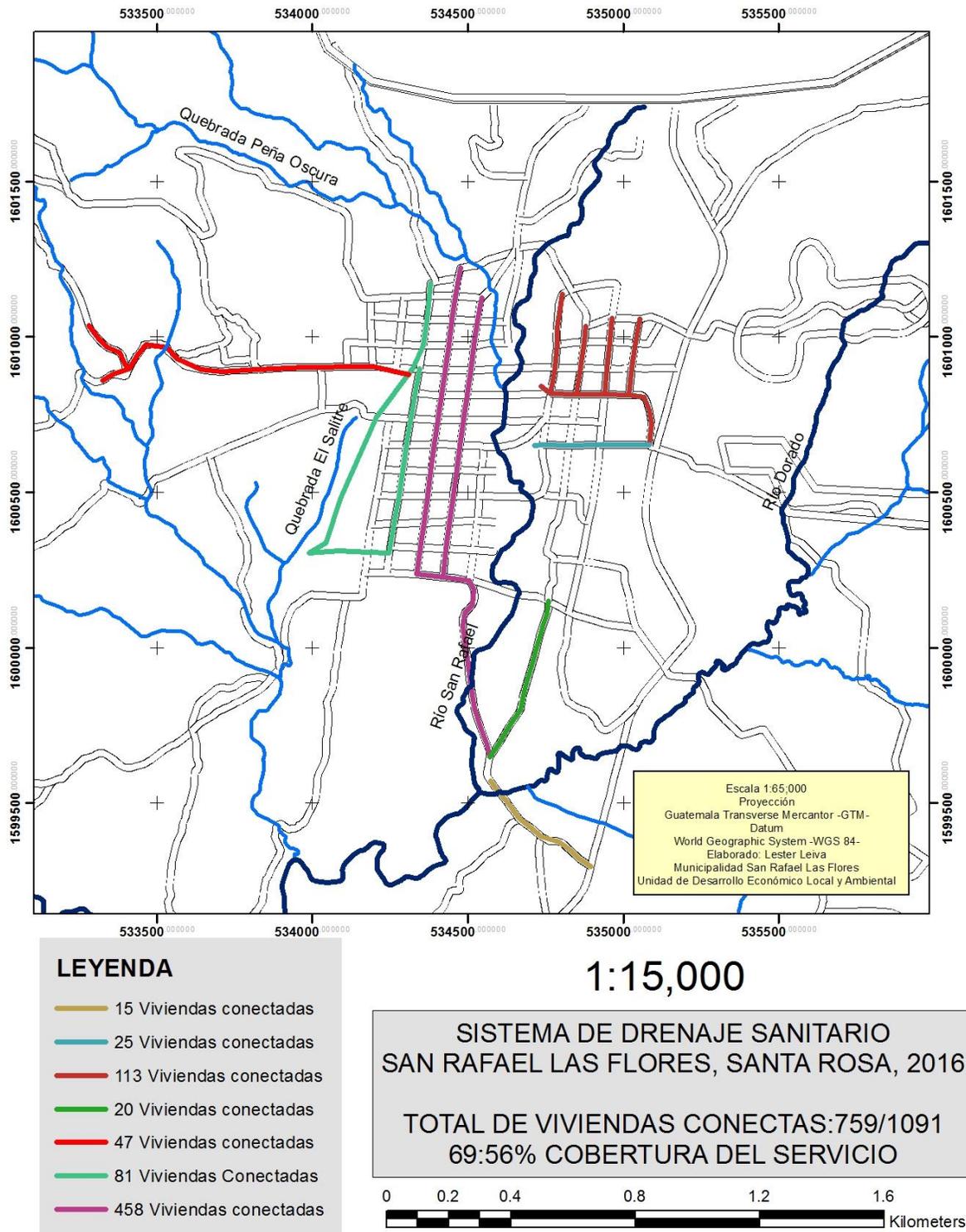


Figura 46. Sistema de drenaje sanitario, San Rafael Las Flores, Santa Rosa 2016

e. Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.

La municipalidad de San Rafael Las Flores es un ente administrador de aguas residuales de tipo ordinario y no existen en esta primera caracterización la presencia de metales pesados o cianuro, por lo tanto se estableció que no existen aguas especiales ni combinación de ordinarias con especiales en los puntos muestreados.

Los siguientes parámetros están exentos de medición y justificación.

**El arsénico** en el punto de entrada planta de cementerio denota un valor de 0.0090 mg/L en el punto de la Bonanza 0.0152 mg/L y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 0.1 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El cadmio** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presentan una concentración <0.0090 mg/L cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 0.1 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El cianuro** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presentan una concentración <0.010 mg/L cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 1 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El cobre** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza presentan una concentración <0.040 mg/L y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presenta una concentración de 0.042 mg/L cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 3 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El cromo (VI)** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presentan una concentración  $<0.010$  mg/L cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 0.1 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El mercurio** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presentan una concentración  $<0.0010$  mg/L cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 0.02 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento para los años 2019 y 2020 y para los años 2024 y 2029 es de 0.01 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El níquel** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presentan una concentración  $<0.300$  mg/L cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 2 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El plomo** en el punto de entrada planta de cementerio, en el punto de la Bonanza y en el punto “del puenton” (Ver figura 57.) presentan una concentración  $<0.060$  cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 0.4 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

**El zinc** en el punto de entrada planta de cementerio denota un valor de 0.122 mg/L en el punto de la Bonanza 0.166 mg/L y en el punto “del puenton” 0.280 mg/L (Ver figura 57.) cumpliendo con el acuerdo gubernativo 236-2006 en su artículo 24 en el cual indica que el límite máximo permisible es de 0.1 mg/L por lo que se cumple con dicho requerimiento.

Los parámetros mencionados anteriormente se consideran son específicos para la medición y análisis en el tratamiento de lodos. Por lo que tienen mayor especificidad en los mismos, no así para las aguas residuales o de reúso. De igual manera deberán excluirse de su medición en las inspecciones y/o evaluaciones.

#### iv. Erosión

Ecuación universal de pérdida de suelos / Ecuación universal de pérdidas de suelos revisada (USLE/RUSLE),  $A = R \times K \times L \times S \times P$

Dónde: A es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el período de tiempo seleccionado para R.

R es el factor de lluvia en forma de un índice (EI30), que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de las fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado.

K es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estándar en tonelada por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9 % de gradiente y 22,1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de las partículas del suelo a la erosión.

L es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente.

S es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9 %, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área.

**C** es el factor combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos a un área similar pero en barbecho continuamente labrado.

**P** es el factor prácticas de conservación de suelo que expresa la relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específico, como cultivo en contorno, cultivo en bandas o terrazas, con otro con labranza a favor de la pendiente. En la figura 47 se muestra el mapa de erosión de la sub-cuenca Los Vados.

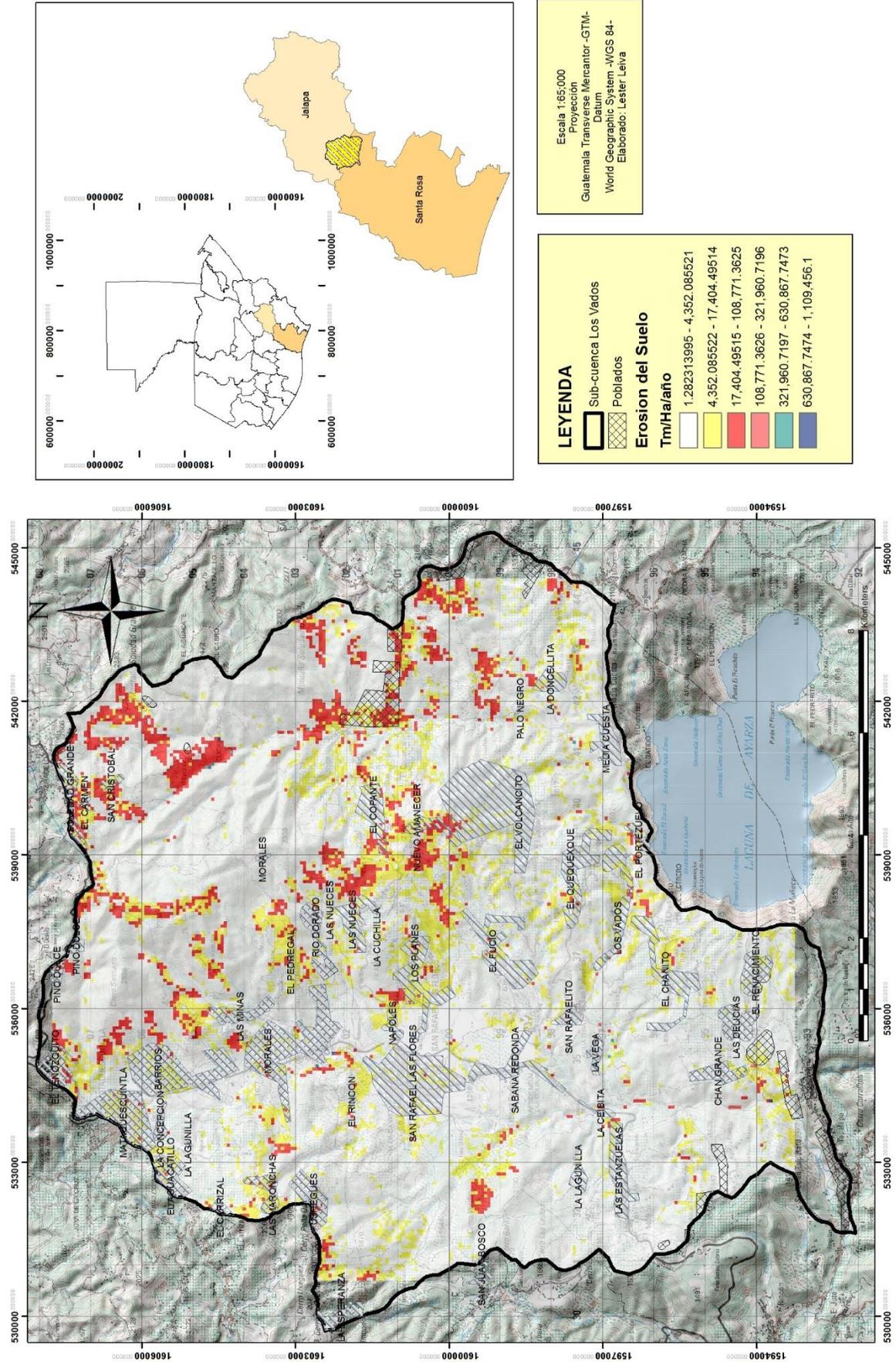


FIGURA 47. MAPA BASE SUB-CUENCA "LOS VADOS" SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, CENTRO AMERICA, 2016.

## vi. Desechos sólidos

El mayor problemas de desechos sólidos viene relacionado en función al deficiente sistema de recolección que tiene las autoridades competentes todo viene relacionado por la inexistencia de una gestión integral de residuos y desechos sólidos, esto ha derivado en que el vertedero destinado por la municipalidad de San Rafael Las Flores está cumpliendo su tiempo de funcionamiento útil y exista una cierta contaminación a terrenos aledaños al sitio de deposición final.

El servicio de recolección de desechos sólidos en el municipio cuenta únicamente con un camión recolector de 2.5 toneladas, atendiendo a 120 usuarios 3 veces por semana. La tarifa mensual del servicio es de Q.30.00 por usuario. Sin embargo, los 120 usuarios del servicio representan únicamente a los locales comerciales que cubren la tarifa mensual estos representan el 11 % de viviendas en el área urbana, a parte el servicio de recolección abarca las comunidades del municipio aunque no se cubre en totalidad lo que justifica la existencia de botaderos clandestinos.

Para poder contrarrestar este problema, la municipalidad ha colocado toneles distribuidos en todo el casco urbano donde las personas tiran toda su basura, sin recibir ningún pago por el servicio (ver figura 48).

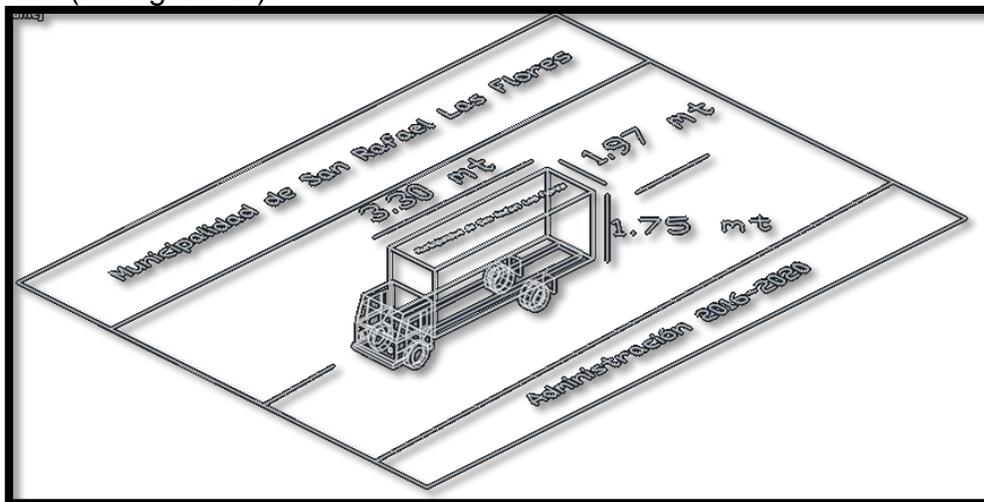
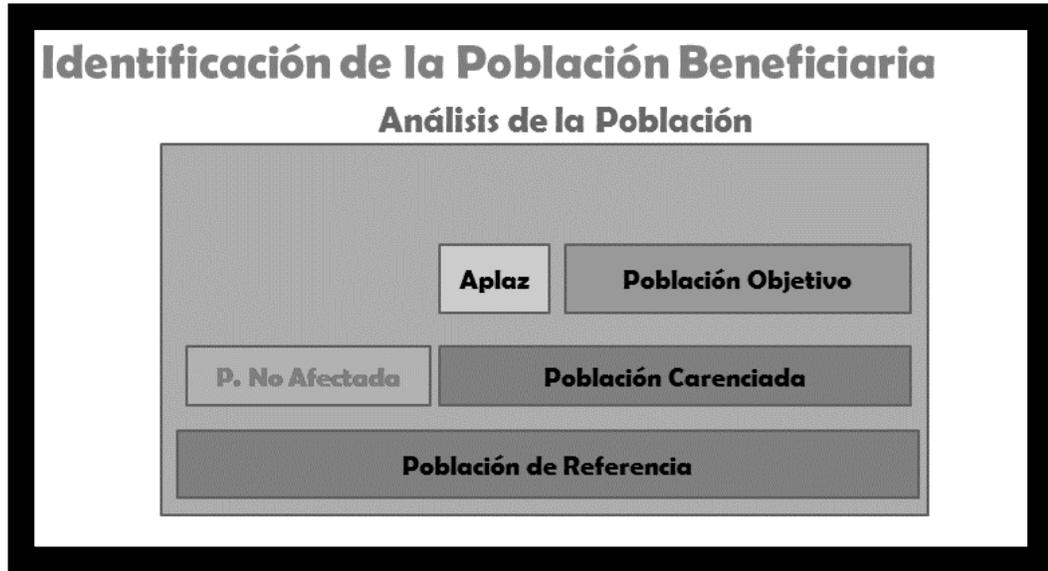


Figura 48. Esquema de camión recolector de servicio de basura en municipio de San Rafael las Flores

i. Estudio de la población objetivo

En la figura 49 podemos identificar la población beneficiaria con el servicio de recolección de desechos y residuos sólidos, y en el cuadro 56 la estimación de población.

Figura 49. Identificación de la población beneficiaria



Cuadro 56. Estimación de población para San Rafael Las Flores 2016

<p>Fórmula para obtención de tasa de crecimiento poblacional.</p> $r = \ln \frac{Nt}{No} * \frac{1}{t} * 100$ <p><i>r</i> = tasa de crecimiento promedio anual  <i>ln</i> = logaritmo natural  <i>Nt</i> = población en el año <i>t</i>  <i>No</i> = población en el año de base  <i>t</i> = tiempo en años</p> <p>Despejando <i>Nt</i></p> $\frac{rt}{100} = \ln \frac{Nt}{No}$ <p>Eliminando <i>ln</i> base (e)</p> $e^{rt/100} = \frac{Nt}{No}$ $Nt = No * e^{rt/100}$	<p>Para este año 2016 se estima que hay</p> $Nt = No * e^{rt/100}$ $Nt = 9,078 * e^{(3.78)(14)/100}$ <p><b><i>Nt</i> = 15.410 personas para el año 2016</b></p> <p>Población estimada para 2016:  <i>Pt</i> = 15,410 personas para el municipio de San Rafael Las Flores</p>
---	--

## a) Definición del bien o servicio ambiental

El sistema de recolección de basura es una competencia de la municipalidad en relación a la recolección y disposición final de los residuos y desechos sólidos, aunque por ser de tipo gratuito actualmente no se le valoriza de la manera que debería ser, debido a que es un proceso que conlleva muchas fases para poder llegar a la fase de disposición final en el vertedero municipal

## b) Análisis de la demanda

Para determinar la aceptación o rechazo del proyecto por parte de la población, es necesario analizar el mercado, es decir al cual irá dirigido el proyecto, así como el estudio mediante la muestra al azar para determinar si el proyecto debe o no realizarse.

## c) Descripción de la demanda

Para determinar la muestra, se utilizará un muestreo estadístico que representará a la población a estudiar para el 2016, constituida por 15,097 personas para el municipio de San Rafael Las Flores (dato obtenido de proyección) utilizando para este cálculo la fórmula de población finita cualitativa a un nivel de confianza de 95 % y un margen de error del 5 %. La fórmula que permitirá determinar el tamaño de la muestra para la estimación de proporciones poblacionales es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2pq}{Nd^2 + Z^2pq}$$

En donde:

- ✓ n = Tamaño de la muestra.
- ✓ N = Población = 15,410 (población objetivo en el 2016).
- ✓ d = margen de error a utilizar (para este caso se utilizará el 5 %)

- ✓  $p$  = Valor del éxito = 0,5 por máxima varianza.
- ✓  $q$  = Valor del fracaso = 0,5 por máxima varianza.
- ✓  $Z$  = Nivel de confianza = 1,96 para  $\alpha = 0,05$

De acuerdo a lo anterior, y sustituyendo datos en la fórmula, para determinar el número Total de encuestas que deben realizarse, el resultado obtenido es:

$$n = \frac{(15,410)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(15,410)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 375$$

Como se puede observar, es necesario realizar 375 encuestas a un nivel de confianza del 95 %. En el municipio de San Rafael Las Flores

- Fuentes primarias

Las fuentes primarias son aquellas que proveen evidencia directa sobre el tema de investigación y ofrecen un punto de vista desde adentro del evento en particular o período de tiempo que se está estudiando. Son la fuente de información que se genera prácticamente al mismo tiempo de la investigación que se quiere llegar a conocer.

- ✓ Herramientas para determinar datos

La herramienta a utilizar será la encuesta para 375 personas del municipio de San Rafael Las Flores para que sea representativo.

- ✓ Recolección

Para recolectar datos se utilizó un modelo de entrevista, el cual se encuentra en los anexos, y es una boleta de investigación la cual contiene las preguntas necesarias para conocer la opinión de las personas sobre el servicio actual y la implementación a futuro de proyectos

relacionados al tema., se realizarán las encuestas necesarias a personas aleatorias de la muestra Total.

Dicha encuesta fue realizada con el objetivo de determinar el nivel de demanda y/o aceptación que tiene el servicio de recolección de basura en el municipio

Los resultados de las encuestas se tabularon y se muestran sus porcentajes a continuación

1. ¿Cuántas personas viven en su domicilio?

El 18 % de los encuestados respondieron que conforman familias de aproximadamente 5 miembros siendo este el porcentaje más grande, seguido de familias de 4 integrantes con un 12 %, en el cuadro 57 y figura 50 podemos observar la síntesis de la cantidad de integrantes por familia.

*Cuadro 57. Cantidad de personas por familia, encuesta de desechos sólidos*

No. De personas por vivienda	Cantidad de encuestados	Porcentaje%
1	14	3.73
2	24	6.40
3	48	12.80
4	45	12.00
5	68	18.13
6	42	11.20
7	40	10.67
8	24	6.40
9	17	4.53
10	17	4.53
11	14	3.73
12	0	0.00
13	11	2.93
14	0	0.00
15	11	2.93

**Cantidad de personas por familia**

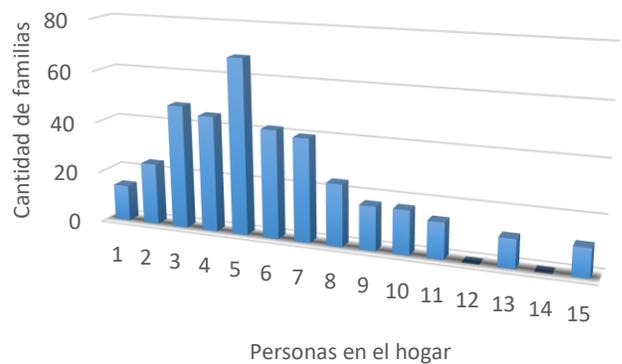


Figura 50. Cantidad de personas por familia, encuesta de desechos sólidos

2. ¿Qué tipo de depósito utiliza para almacenar su basura?

La mayoría de la población encuestada ha manifestado que la basura se quema, esto en un 43 % de la población, seguidamente un 39 % deposita la basura en bolsas y espera que pase el camión municipal y por ultimo 18 % utiliza algún tipo de depósito plástico para almacenar su basura, esto lo podemos observar en la figura 51.



Figura 51. Tipos de depósito para almacenar basura, encuesta de desechos sólidos

3. ¿Recibe UD. el servicio de limpieza pública?

Aproximadamente el 60 % ha manifestado que no reciben el servicio de limpieza pública, y el 40 % ha manifestado que si lo reciben, esto lo podemos observar en el cuadro 58.

Cuadro 58. Servicio de limpieza pública, encuesta de desechos sólidos

¿Recibe usted el servicio de limpieza pública?		
Respuesta	No. De encuestados	Porcentaje (%)
Si	151	40.27
No	224	59.73
Total	375	100

4. ¿Cuántas veces por semana pasa por su casa el camión recolector?

El 55 % de las personas ha manifestado que el camión recolector no pasa por sus viviendas, y otro 26 % indica que pasa únicamente una vez a la semana, y un reducido 20 % aproximadamente indica que pasa dos veces a la semana, en el cuadro 59 podemos verificar la cantidad de días en recolección para el municipio de San Rafael Las Flores.

Cuadro 59. Cantidad de días en recolección, encuesta de desechos sólidos.

Cantidad	Cantidad de encuestados	Porcentaje (%)
Una vez a la semana	98	26.13
Dos veces a la semana	74	19.73
No pasa	203	54.13
Total	375	100

5. ¿Cuántas veces bota la basura en una semana típica?

El 28% de las personas encuestadas manifestaron que botan la basura entre una y dos veces en una semana típica, el 14 % de las personas botan la basura una vez al día es decir los siete días de la semana, un 11 % aproximadamente botan la basura tres veces al día, la síntesis se presenta en la figura 52.

Veces que bota la basura en una semana típica (%)

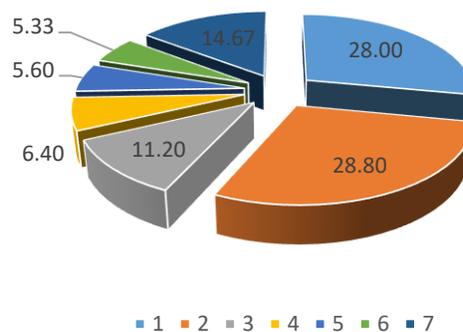


Figura 52. Veces que bota la basura en una semana típica

6. ¿Sabe si existe recolección informal en el municipio?

El 70% de los encuestados (262 personas) indicaron que no saben si existe recolección informal en el municipio, y el 30 % restante indicaron que si saben de la existencia de la recolección informal, esto lo podemos observar en el cuadro 60.

Cuadro 60. Recolección informal, encuesta de desechos sólidos

Respuesta	No. De encuestados	Porcentaje (%)
Si	113	30.13
No	262	69.87
	375	100.00

7. ¿Qué objetos que se podría considerar "basura", usted reutiliza?

Un dato importante es que aproximadamente el 55 % de la población encuestada no reutiliza, el 30 % aproximadamente si reutiliza en especial botellas de plástico, otro 15 % reutiliza papel, esto lo podemos observar en el cuadro 61 y la figura 53.

Cuadro 61. Tipo de material reutilizado en la comunidad.

Tipo material	No. De encuestados	Porcentaje
Botellas de plástico	110	29.33
Papel	56	14.93
No reutiliza	206	54.93
Otros	3	0.80
	375	100.00

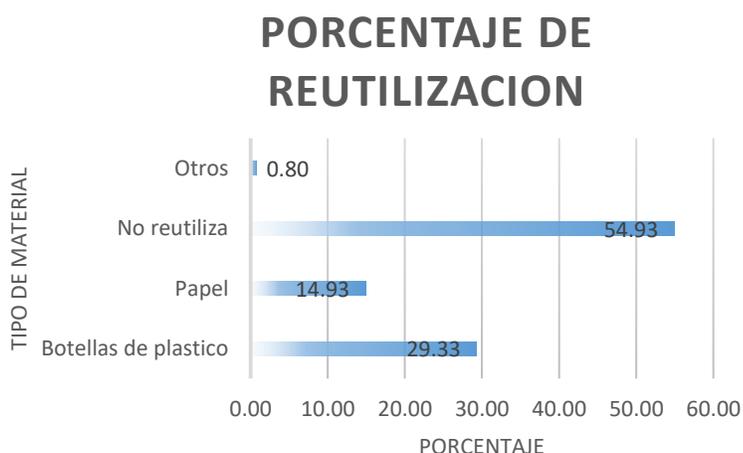


Figura 53. Porcentaje de reutilización de materiales en la comunidad.

## 8. ¿Sabe usted cual es el destino final de la basura?

En relación a la disposición final de los desechos y residuos sólidos el 63 % de las personas saben cuál es el destino final de la basura y el 37 % aproximadamente no sabe cuál es la disposición final, esto lo podemos observar en el cuadro 62, y la figura 54.

Cuadro 62. Destino final de la basura, encuesta desechos sólidos.

Respuesta	No. De encuestas	Porcentaje
Si	237	63.2
No	138	36.8
	375	100

Sabe cual es el destino final de la basura

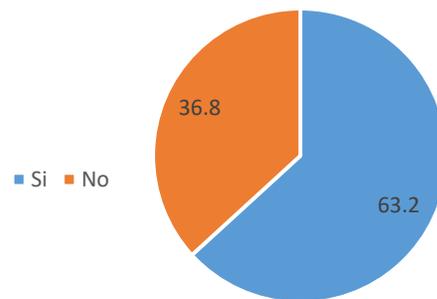


Figura 54. Destino final de la basura, encuesta desechos sólidos

## 9. ¿Quién realiza la limpieza de las calles?

El 46 % de las personas indicaron que la municipalidad es la que realiza la limpieza de la calle, un 35 % indican que son las mismas personas que realizan la limpieza de las calles, en la figura 55 podemos observar el porcentaje de la limpieza de las calles.

Limpieza de calles (%)

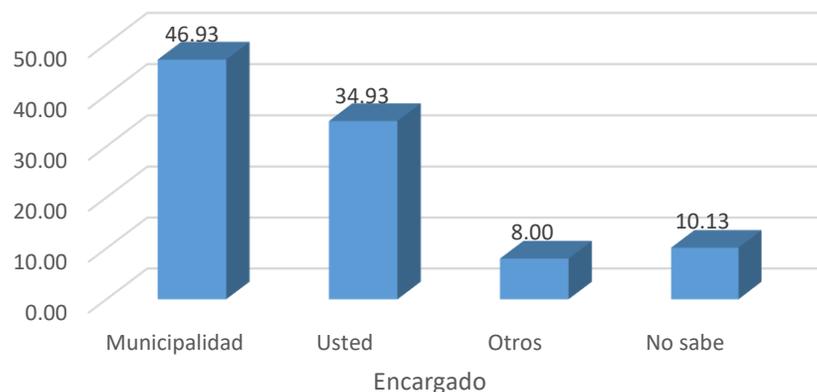


Figura 55. Limpieza de las calles, encuesta de desechos sólidos.

10. ¿Qué opina de la labor municipal con respecto a la limpieza pública?

El 37% de los encuestados indicaron que la labor municipal en relación a la limpieza pública dicen es buena, el 25 % de la población indico que es regular la labor de la limpieza pública, un 10 % de la población indica que es malo la labor municipal en relación a la limpieza pública, y un 7 % indico que es pésimo, en la figura 56 se puede observar el grafico en relación a la labor municipal expresado en porcentaje.

**LABOR MUNICIPAL EN RELACION A LIMPIEZA PÚBLICA**

■ Excelente ■ Bueno ■ Regular ■ Malo ■ Pesimo

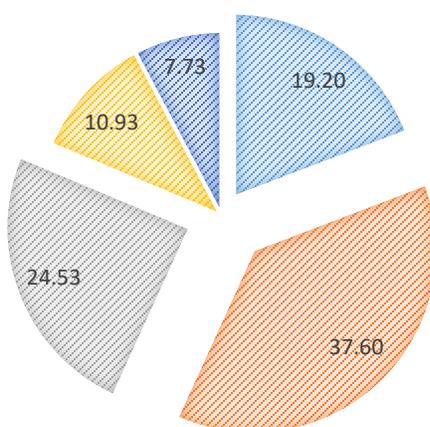


Figura 56. Labor municipal en relación a limpieza pública, encuesta de desechos sólidos

11. ¿Qué problemas detecta en el servicio municipal?

Los mayores problemas presentados en el servicio municipal es un 47 % que no pasa el vehículo, un 17 % indico que no hay ningún problema, un 9 % indico que no tienen horario fijo, un 8 % que no recolectan todo, la síntesis completa la podemos ver en el cuadro 63.

Cuadro 63. Problemas detectados en servicio municipal, encuesta desechos sólidos

Problema encontrado	No. De encuestados	Porcentaje (%)
Apariencia no profesional	19	5.07
Falta de cortesía	23	6.13
Mala organización	23	6.13
Ninguno	64	17.07
no pasa el vehículo	179	47.73
no recolectan todo	30	8.00
No tienen horario fijo	37	9.87
	375	100.00

## 12. ¿Sabe lo que es reciclaje?

El 56 % de la población indico que si saben lo que es reciclaje, y el 44 % indico que no saben lo que es reciclaje, el cuadro 64 nos presenta la información completa de la encuesta en relación a reciclaje.

Cuadro 64. Reciclaje, encuesta de desechos sólidos

Respuesta	No. De encuestados	Porcentaje (%)
Si	210	56
No	165	44
	375	100

## 13. ¿estaría dispuesto en participar en una jornada de reciclaje?

El 60 % aproximadamente indico que si participarían en una jornada de reciclaje, y el 40 % indico que no participarían, esto lo podemos evidenciar en el cuadro 65.

Cuadro 65. Jornadas de reciclaje, encuesta de desechos sólidos

Respuesta	No. De encuestados	Porcentaje
Si	221	58.93
No	154	41.07
	375	100.00

## 14. ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de recolección de basura?

Más del 70 % de los encuestados han respondido que no estarían dispuestos a realizar un pago por el servicio de recolección de basura, el resto (29.87 %) estarían dispuestos a realizar un pago por la recolección de basura en el municipio, esta información la podemos observar en el cuadro 66 y figura 57.

A raíz de este último porcentaje de personas que han dictaminado que estarían dispuestas a realizar un pago por el servicio de recolección de basura se realiza la siguiente pregunta.

Cuadro 66. Pago por recolección de basura, encuesta desechos sólidos

Respuesta	No. De entrevistados	Porcentaje
Si	112	29.87
No	263	70.13
Total	375	100.00

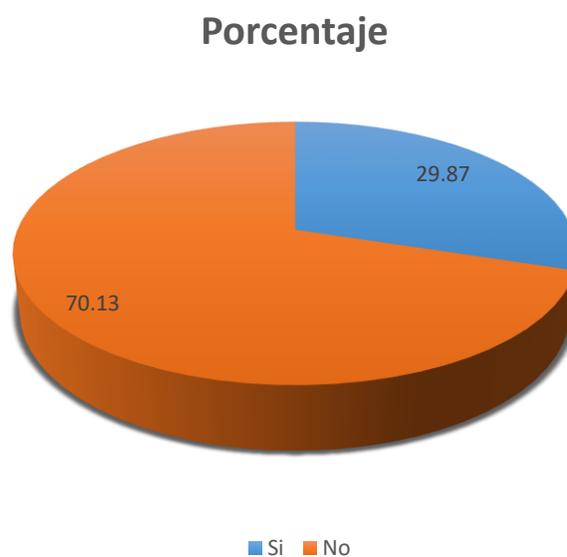


Figura 57. Pago por recolección de basura, encuesta de desechos sólidos

15. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar al mes?

Del 30% que indico que estaría dispuesto a pagar por el servicio de recolección de basura, indicaron en un 22 % que estarían dispuesto a pagar aproximadamente Q20.00, un 21 % indico que pagaría Q15.00, y un 15% indico que Q10.00, la información completa lo podemos observar en la figura 58 que representan la disposición de pago.

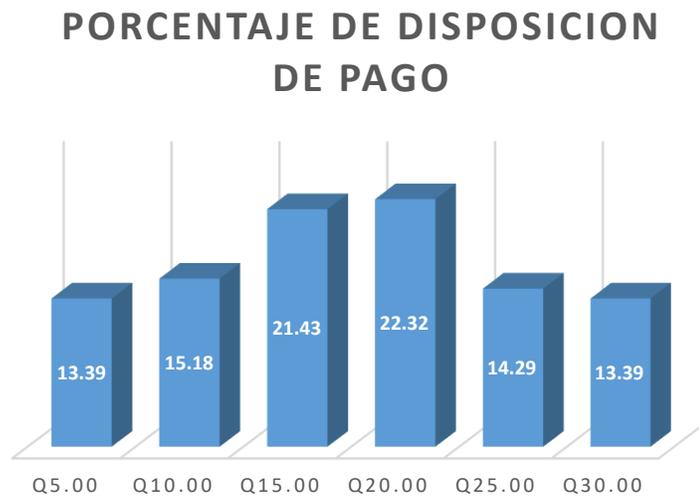


Figura 58. Disposición de pago por servicio de recolección de basura, encuesta de desechos sólidos.

16. ¿si se mejorara el servicio de recolección de Basura en el municipio, estaría dispuesto a pagar?, Si, No, Y ¿Cuánto?

Del 70 % que indico que no estaría dispuesto a pagar por el servicio de recolección de basura, un 52 % indico que no pagaría aunque se le diera una mejora al servicio de recolección de basura y un 48 % de las personas indico que si estarían dispuestos a pagar si se mejorara el servicio, estos datos se presentan en el cuadro 67.

Cuadro 67. Disposición de pago por mejora del servicio, encuesta de desechos sólidos

Respuesta	No. De entrevistados	Porcentaje
Si	124	47.15
No	139	52.85
Total	263	100

De este ultimo 48 % que indico que si estaría dispuesto a pagar si se mejorara el servicio la mayoría aproximadamente el 33 % indico que estarían dispuestos a pagar Q10.00, seguidamente un 13 % indico que estarían dispuesto a pagar Q20.00, la información completa se representan en la figura 59 en relación a la disposición de pago en función de la mejora del servicio de recolección de basura.

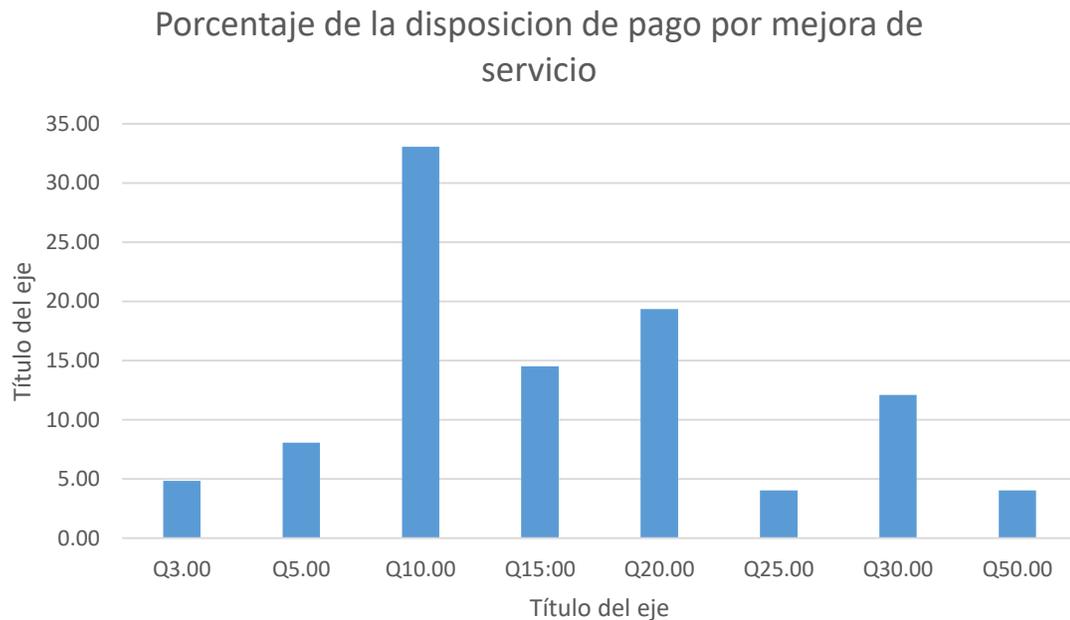


Figura 59. Disposición de pago por mejora en el servicio de recolección de basura, encuesta de desechos sólidos.

## D. Matriz de causa y efectos

### a. Pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico en el municipio de San Rafael Las Flores

El cuadro 68 representa la matriz de causas y efecto “Pérdida de calidad y cantidad del recurso hídrico” en el municipio de San Rafael Las Flores, 2016.

Cuadro 68. Matriz de causas y efectos, “Pérdida de calidad y cantidad del recurso hídrico” en el municipio de San Rafael Las Flores, 2016.

	Problemas implicados	Causas	Efectos
Pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico en el municipio de San Rafael Las Flores	Problemas de abastecimiento de agua continuo	Mala distribución del agua disponible en el municipio.	Poca disponibilidad en la población para realizar actividades domésticas, agrícolas y de consumo humano.
	Problemas de contaminación de los afluentes (Falta de drenajes y plantas de tratamiento)	Las autoridades locales en gestiones anteriores no han priorizado problemas ambientales en el municipio.	Focos de contaminación a flor de tierra, proliferación de entes vectores de enfermedades.
	Existencia Trapiches	Poco control sobre actividades de esta índole.	Contaminación a recursos hídricos afectando su calidad.
	Pérdida sustancial de los acuíferos y la cantidad de agua disponible	Debido al cambio climático, rebaja en la precipitación anual, malas captaciones.	Poca disponibilidad para cubrir la demanda de las diferentes comunidades.
	Desfogues a los cuerpos de agua	No existe un plan para la mejora de la situación ambiental en el municipio.	Limita la calidad del recurso hídrico del municipio.
	Contaminación a fuentes hídricas por polleras en el municipio	No existe control de la municipalidad sobre la existencia de polleras y sus requerimientos ambientales	Limita la calidad del recurso hídrico del municipio, principalmente afluentes del Río Los Esclavos.
	No hay control sobre la distribución y canon del Agua.	No existe un plan de ordenamiento territorial y control sobre el consumo de agua.	Limita la obtención de agua y el abastecimiento continuo.
	Desvió de Ríos para riego de hortalizas.	No existe normativa o política municipal que controle este tipo de actividades	Baja o nula inocuidad de los productos producidos en la región.
	Agua con alta cantidad de Arsénico en pozo municipal Casco Urbano.	Posible presencia de minerales en la región	Peligro inminente para la población que consume agua de estas fuentes

b. Contaminación por desechos sólidos en el municipio de San Rafael Las Flores

En el cuadro 69 se presenta la matriz efectos “Contaminación por desechos sólidos” del municipio de San Rafael Las Flores

Cuadro 69. Matriz de causas y efectos “Contaminación por desechos sólidos” municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016.

	Problema Implicado	Causas	Efectos
Contaminación por desechos sólidos en el municipio de San Rafael Las Flores	Sin Existencia de plan de Gestión de integral de Residuos Sólidos y Desechos Sólidos	No ha existido interés por la municipalidad en gestiones anteriores por formular plan para la mejora sustancial de los desechos sólidos en el municipio.	Desvirtúa la importancia de afrontar la problemática ambiental en el municipio y lograr la mejora sustancial de la situación de los desechos sólidos.
	No existe cobertura del servicio municipal (Tren de aseo)	No existe planificación en la unidad de servicios municipales y no existe la capacidad instalada para cubrir el municipio.	Crea malestar en la población debido a la proliferación de basureros y en la mayoría de casos la contaminación ambiental por quema de basura.
	No existe clasificación de la basura	No hay plan de reciclaje en el municipio.	Se pierde económicamente de fortalecer el servicio municipal de desechos sólidos.
	Desinterés ante la contaminación de desechos sólidos a nivel industrial y de población en general	No hay normativa que fortalezca la autoridad local para generar un plan eficiente sobre desechos sólidos	Se conforma un municipio contaminado, con poca capacidad de resolver problemas de tipo ambiental
	Basurero Municipal sin tecnificación para deposición de la basura.	No han existido inversiones y poco interés para modernizar y tecnificar el vertedero actual.	Contaminación ambiental para terrenos aledaños y fuentes hídricas cercanas al vertedero actual.
	No existe lugar de deposición de desechos sólidos en parques y calles principales del casco urbano y las comunidades.	La cobertura del servicio y lugares para depositar basura en el municipio es baja.	Crea focos de contaminación principalmente en Casco urbano y calles principales de las comunidades.
	Basureros clandestinos en diferentes centros poblados de San Rafael Las Flores	Productos de descontrol y poca cultura ambiental.	Crea focos de contaminación que pueden ser dañinos para la salud humana.

## c. Mala planificación del uso de la tierra, San Rafael Las Flores

En el cuadro 70 podemos observar la matriz de causas y efectos en relación a la mala planificación del uso de la tierra en el municipio de San Rafael Las Flores

Cuadro 70. Matriz de causas y efectos, mala planificación del uso de la tierra, San Rafael Las Flores, 2016

	Eje Secundario	Causas	Efectos
Mala planificación del uso de la tierra de San Rafael Las Flores	Cambio de uso de la tierra para plantaciones de Café y otros cultivos	Falta de opciones productivas para los propietarios o de orientación para identificar el uso potencial del suelo.	Perdida de la masa boscosa, pérdida de las propiedades del suelo, pérdida de biodiversidad.
	Deforestación de la masa boscosa en 10 años.	Cambio de uso de la tierra, aprovechamiento forestal, incendios forestal, consumo energético (leña).	Pérdida de biodiversidad, pérdida del suelo, modificación de los microclimas.
	Erosión en los suelos de San Rafael Las Flores	Cambio de uso de la tierra, deforestación, incendios forestales, ganadería extensiva, faltas de orientación en conservación de suelos.	Pérdida Total de los suelos (propiedades) por erosión, pérdida de la biodiversidad.
	Aumento de las actividades agropecuarias y el uso de insecticidas y plaguicidas.	Aumento de plagas y enfermedades del suelo, presencia de monocultivos (café)	Perdida sustancial del suelo en sus propiedades.
	Avance inminente de la frontera agrícola	En algunas regiones son cultivos de subsistencia y en otras de productividad agrícola	Deforestación, pérdida de biodiversidad,
	Consumo Irracional de madera para consumo energético (extracción de leña)	Falta de servicios básicos, subsistencia.	Deforestación, pérdida de biodiversidad, contaminación ambiental.
	Falta regulación para control de talas ilícitas	Desconocimiento de la ley, poca regulación de las normativas existentes.	Deforestación, pérdida de biodiversidad.
	No existe un plan de ordenamiento territorial integral dentro del municipio.	Incompetencia por parte de autoridades anteriores, falta de interés en tópicos ambientales.	Desorden territorial y falta de argumentos para la conservación del ambiente en el municipio.
	Alteración del paisaje natural del municipio	Extracciones mineras, deforestación, urbanizaciones.	Pérdida de biodiversidad.
	Perdida de la biodiversidad, fauna y flora.	Deforestación, cambio de uso de la tierra, urbanizaciones.	Reducción de especies predominantes de la región (fauna y flora)
	Poco interés de la población de SRF para atender los problemas ambientales	No existe un beneficio aparente para la población, desconocimiento de la problemática ambiental.	Deterioro ambiental de los recursos naturales del municipio.
	Bajo aprovechamiento en la zona de producción cafetalera	Poca tecnificación y malas prácticas empleadas en el cultivo.	Reducción en los rendimientos
	Bajo aprovechamiento en la zona de producción tomatera	Poca tecnificación y malas prácticas empleadas en el cultivo.	Reducción en los rendimientos

d. Deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental

En el cuadro 71 se presenta la matriz de causas y efectos en relación a la deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental.

Cuadro 71. Matriz de causas y efectos deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental

	Eje Secundario	Causas	Efectos
Deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental	Ausencia de leyes y políticas públicas con un enfoque integrado para tratar temas de desarrollo social y ambiental	No ha existido interés por desarrollar políticas y programas, líneas de acción o proyectos por parte de autoridades locales	No existen metas ni proyectos de impacto que generen beneficio en la comunidad y en el desarrollo ambiental.
	Las instituciones gubernamentales y organizaciones sociales son débiles y/o deficientes en el control de la problemática de desarrollo ambiental	No existe presupuesto asignado para desarrollo de temas ambientales, capacitaciones	No hay equipos multidisciplinarios que generen líneas de acción de impacto para el desarrollo social y ambiental
	Precariedad en las instituciones que manejan el sistema de educación	Sistema colapsado, con fondos únicamente para cubrir la demanda.	No hay educación ambiental en las escuelas.
	Ausencia de cultura para el bienestar y educación ambiental	Deficiente educación formal	Contaminación inmoderada en el municipio.
	Poca efectividad por parte de las instituciones competentes para impulsar planes de reforestación.	Poca planificación y falta de estudio base para desarrollar programas que recuperen la masa boscosa	Perdida sustancial de la masa boscosa a una tasa más alta de lo que se está reforestando
	No existe un plan de educación ambiental continuo dentro de la municipalidad.	No existe política, estudio base o certeza sobre la situación actual de los recursos naturales	No existen proyectos que puedan beneficiar a la comunidad y detener el impacto de la contaminación.
	Poca efectividad de organizaciones para implementar planes de uso de la tierra	No existe asesoramiento técnico que pueda apoyar procesos de planificación del territorio	Perdida sustancial de los suelos, deterioro ambiental en términos generales
	No existe planes de desarrollo municipal formal del municipio, diagnóstico económico etc.	Deficiente documento que pueda sustentar la toma de decisiones, falta de política y reglamentos.	No se toman decisiones adecuadas a los problemas presentados.
	Falta de comunicación interinstitucional para desarrollo de proyectos ambientales.	Se vela por intereses particulares y no uno general	No hay unidad en el impulso de un plan integral para enfrentar los diferentes tipos de contaminación.
	Hay actividades productivas que no han sido aprovechadas.	No existe apoyo técnico para optimizar costos y maximizar ganancias.	Pérdida económica por parte de los productores.
	Inocuidad de alimentos alterados por tipo de riego.	Aprovechamiento de fuentes contaminadas	Foco de trasmisión de enfermedades, de baja calidad.

E. Árbol de problemas (causas y efectos)



Figura 60. Árbol de Causas y Efectos Sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016

### 2.5.3 Plan de Manejo

#### A. Árbol de medios y fines

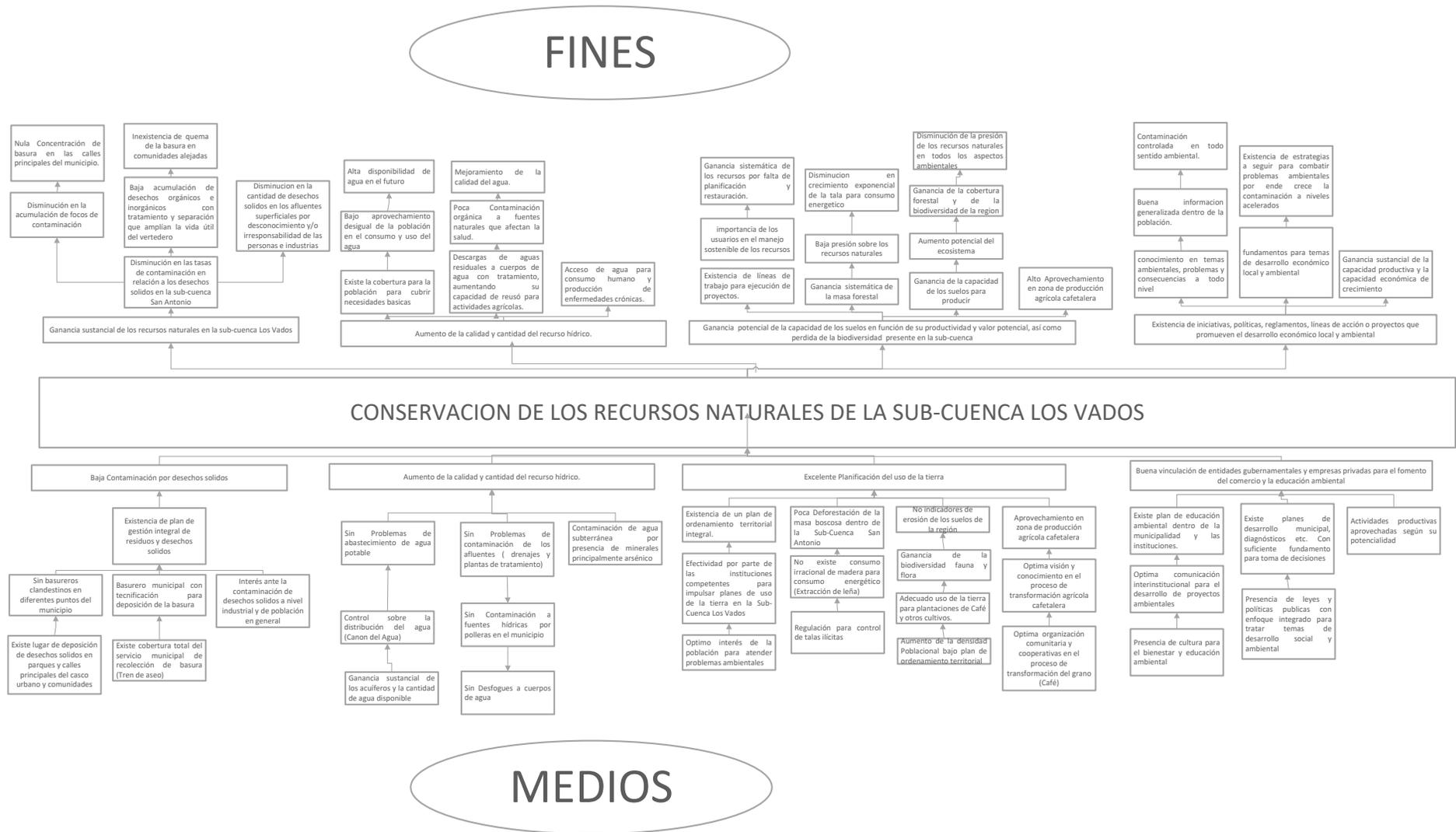


Figura 61. Árbol de Medios y Fines, Sub-cuenca Los Vados, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2017

B. Evaluación y descripción de acciones prioritarias de los ejes.

En el cuadro 72 y 73 se presenta la descripción de acciones prioritarias según los diferentes ejes encontrados en el árbol de medios y fines.

En el cuadro 74 se presenta la evaluación de acciones prioritarias de evaluaciones de acciones prioritarias.

En el cuadro 75 se presenta la evaluación de acciones prioritarias según el eje mala planificación del uso de la tierra

Cuadro 72. Descripción de acciones prioritarias eje contaminación por desechos sólidos

Ejes	Medios	Acciones	Ámbito Tecnológico					Ámbito Social					Ámbito Económico					Ámbito Ambiental					
			Disponibilidad en el país	Capacitación para el uso de la tecnología	Grado de	Aceptación de la tecnología	Total	Mejora en la calidad de vida	Inclusión de la comunidad	Socialmente admisible	Permanencia a largo plazo	Total	Acceso a fuentes de financiamiento	Rentabilidad	Demanda del producto	Costo de inversión inicial	Total	Impacto al Aire	Impacto Edáfico	Impacto Hídrico	Contribución a la Biodiversidad	Total	Total General
Alta Contaminación por desechos sólidos	Existe lugar de deposición de desechos sólidos en parques y calles principales del casco urbano y comunidades	Inventariar y diagnosticar basureros autorizados y no autorizados	5	5	4	5	23.75	2	4	3	2	13.75	3	3	3	2	13.75	5	0	0	0	6.25	58
		Construcción de Planta de desechos sólidos	5	5	4	5	23.75	5	5	5	5	25	5	5	5	1	20	5	5	5	5	25	94
		Implementación de Basureros separativos en Casco Urbano y Calles principales de comunidades	5	3	3	3	17.5	5	4	3	3	18.75	3	1	2	3	11.25	5	5	5	2	21.25	69
		Construcción de Relleno Sanitario Formal para el municipio de San Rafael Las Flores	4	5	4	5	22.5	5	5	5	4	23.75	3	3	3	1	12.5	5	5	5	5	25	84
	Existe cobertura Total del servicio municipal de recolección de basura ( Tren de aseo)	Capacitación al tren de aseo para separación inicial de la basura antes de deposición final	5	5	5	5	25	3	1	5	2	13.75	2	2	3	4	13.75	3	3	2	1	11.25	64
		Compra de camión recolector para cubrir la demanda de toda la población	5	5	5	5	25	5	3	3	2	16.25	1	1	4	1	8.75	5	5	5	1	20	70
		Creación de unidad municipal encargada de monitorear y dar seguimiento a temas sobre desechos y residuos sólidos	3	3	3	3	15	4	2	5	5	20	1	1	2	1	6.25	3	3	3	4	16.25	58
	Interés ante la contaminación de desechos sólidos a nivel industrial y de la población en general	Establecimiento de programas de educación social en colegios y escuelas	3	4	5	4	20	4	4	5	4	21.25	4	3	2	2	13.75	1	1	1	1	5	60
		Elaboración del plan municipal de Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos	5	4	5	4	22.5	5	5	4	5	23.75	5	5	3	5	22.5	5	5	5	1	20	89
		Educación social dirigido a las comunidades a través de COCODES	3	3	5	5	20	4	5	4	4	21.25	3	2	3	2	12.5	1	1	1	1	5	59

Cuadro 73. Evaluación de acciones prioritarias, eje pérdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico.

Ejes	Medios	Acciones	Ámbito Tecnológico				Ámbito Social					Ámbito Económico					Ámbito Ambiental						
			Disponibilidad en el país	Capacitación para el uso de la tecnología	Grado de Implementación	Aceptación de la tecnología	Total	Mejora en la calidad de vida	Inclusión de la comunidad	Socialmente admisible	Permanencia a largo plazo	Total	Acceso a fuentes de financiamiento	Rentabilidad	Demanda del producto	Costo de inversión inicial	Total	Impacto al Aire	Impacto Edáfico	Impacto Hídrico	Contribución a la Biodiversidad	Total	Total General
Aumento de la calidad y cantidad de recurso hídrico	Ganancia sustancial de los acuíferos y la cantidad de agua disponible	Identificación de zonas de recarga hídrica	5	3	4	4	20	5	4	3	5	21.25	4	1	2	2	11.25	4	4	4	5	21.25	74
		Protección y reforestación de zonas de recarga hídrica	4	3	4	4	18.75	4	4	3	4	18.75	4	0	3	3	12.5	4	4	5	4	21.25	71
		Implementación de contadores de agua potable	4	3	1	1	11.25	4	1	1	5	13.75	3	4	2	1	12.5	1	1	5	1	10	48
		Cosecha de agua de lluvia para riego en época seca	5	5	5	5	25	5	4	4	5	22.5	5	5	5	5	25	5	5	5	5	25	98
	Sin desfogues a cuerpos de agua	Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales	5	3	4	4	20	5	5	5	3	22.5	4	2	4	2	15	5	5	5	5	25	83
		Elaboración de estudio técnico de aguas residuales	5	5	5	2	21.25	3	2	3	3	13.75	4	1	3	3	13.75	2	3	5	4	17.5	66
		Implementación de reglamento municipal en relación a aguas residuales	2	3	3	2	12.5	5	3	3	2	16.25	2	2	2	4	12.5	2	3	3	3	13.75	55
	Sin contaminación de agua subterránea por presencia de minerales principalmente arsénico	Implementación de planta potabilizadora para tratar arsénico	3	4	5	4	20	5	5	5	3	22.5	3	2	4	2	13.75	5	5	5	5	25	81
		Construcción de nuevo pozo mecánico para casco urbano de San Rafael Las Flores	4	4	4	5	21.25	5	5	5	4	23.75	3	1	4	1	11.25	1	4	5	2	15	71
		Realización de estudio hidrogeológico para determinar causas de arsénico en el agua	2	2	3	4	13.75	5	4	3	1	16.25	1	2	2	1	7.5	5	5	5	5	25	63

Cuadro 74. Evaluación de acciones prioritarias, eje vinculación de entidades gubernamentales y privadas

Eje	Medios	Acciones	Ámbito Tecnológico				Ámbito Social				Ámbito Económico				Ámbito Ambiental				Total				
			Disponibilidad en el país	Capacitación para el uso de la tecnología	Grado de implementación	Aceptación de la tecnología	Total	Mejora en la calidad de vida	Inclusión de la comunidad	Socialmente admisible	Permanencia a largo plazo	Total	Acceso a fuentes de	Rentabilidad	Demanda del producto	Costo de inversión inicial	Total	Impacto al Aire	Impacto Edáfico	Impacto Hidrico	Contribución a la Biodiversidad	Total	Total General
Deficiente Vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental	Presencia de cultura para el bienestar y educación ambiental	Programa de reciclaje en las escuelas	4	4	4	4	20	5	4	4	3	20	4	5	3	2	17.5	5	5	5	4	23.8	81
		Conformación de convenio con INAB, MAGA, MARN para desarrollo de la cultura, el bienestar en temas de educación ambiental	4	4	3	4	18.8	4	3	4	2	16	3	3	2	3	13.8	4	4	4	4	20	69
		Conformación de mesa técnica público-privada que proponga proyectos de impacto en el desarrollo de educación ambiental	3	3	3	3	15	5	2	1	3	14	5	3	3	2	16.3	3	3	3	3	15	60
		Equipamiento de escuelas con botes para fomentar el reciclaje	2	3	3	4	15	4	5	4	3	20	4	3	3	3	16.3	5	5	3	3	20	71
	Presencia de leyes y políticas públicas con enfoque integrado para tratar temas de desarrollo social y ambiental	Elaboración de política ambiental del municipio de San Rafael Las Flores, 2016.2026	5	5	5	4	23.8	5	5	5	5	25	5	4	3	3	18.8	5	5	5	5	25	93
		Elaboración de plan de desarrollo municipal en temas económico-social	4	4	3	5	20	5	4	5	5	24	3	1	2	3	11.3	1	1	1	1	5	60
		Desarrollo de ruta turística que promueva el desarrollo económico, social y ambiental	4	3	4	3	17.5	4	5	5	5	24	5	5	5	2	21.3	4	4	4	4	20	83
	Actividades productivas aprovechadas según su potencialidad	Programa de capacitación permanente para caficultores	4	4	4	5	21.3	3	5	5	2	19	3	2	5	4	17.5	3	3	3	3	15	73
		Programa de capacitación permanente para productores de hortalizas	4	4	4	5	21.3	3	5	5	2	19	2	3	3	4	15	3	3	3	3	15	70
		Programa de capacitación permanente para Acuicultores	3	3	4	3	16.3	4	3	4	3	18	2	5	5	3	18.8	3	3	5	5	20	73

Cuadro 75. Evaluación de acciones prioritarias, eje mala planificación del uso de la tierra.

Ejes	Medios	Acciones	Disponibilidad en el país	Capacitación para el uso de la	Grado de Implementación	Aceptación de la tecnología	Total	Mejora en la calidad de vida	Inclusión de la comunidad	Socialmente admisible	Permanencia a largo plazo	Total	Acceso a fuentes de	Rentabilidad	Demanda del producto	Costo de inversión inicial	Total	Impacto al Aire	Impacto Edáfico	Impacto Hídrico	Contribución a la Biodiversidad	Total	Total General
Excelente planificación de uso de la tierra	Regulación para control de talas ilícitas	Protección de ecosistemas naturales	4	3	4	4	18.75	5	4	3	5	21.25	4	1	2	2	11.25	4	4	4	5	21.25	73
		Identificación de áreas de protección con fines de conservación	4	3	4	4	18.75	4	4	3	4	18.75	4	0	3	3	12.5	4	4	5	4	21.25	71
		Implementación de estufas ahorradoras	4	4	5	4	21.25	5	5	5	4	23.75	5	5	3	4	21.25	5	4	5	5	23.75	90
		Promover procesos de restauración ecológica participativa	4	4	5	4	21.25	5	4	4	5	22.5	4	3	3	3	16.25	5	5	5	5	25	85
	Optimo interés de la población para atender problemas ambientales	Generación de estudios de capacidad de uso de la tierra, USDA, INAB, etc.	5	2	3	3	16.25	2	1	4	3	12.5	4	1	3	1	11.25	2	5	2	2	13.75	54
		Formación en el manejo de la Sub-cuenca	5	5	5	4	23.75	3	2	3	5	16.25	4	0	3	4	13.75	3	4	3	3	16.25	70
		Implementación de sistemas sostenibles para la conservación	4	3	4	3	17.5	5	4	3	5	21.25	3	4	3	4	17.5	3	2	3	3	13.75	70
	Aumento de la densidad poblacional bajo plan de ordenamiento territorial	Elaboración e implementación de plan de ordenamiento territorial	5	4	3	3	18.75	5	5	4	5	23.75	3	3	2	1	11.25	4	4	4	4	20	74
	Optima organización comunitaria y cooperativas en el proceso de transformación del grano (Café)	Fortalecimiento en la organización y participación social	5	5	5	4	23.75	3	5	4	5	21.25	4	0	2	5	13.75	0	0	0	0	0	59

### C. Descripción de las acciones priorizadas

#### a. Promover procesos de restauración ecológica participativa

En el cuadro 76 se presenta la matriz de marco lógico para la restauración ecológica participativa.

Cuadro 76. Matriz de marco lógico, Restauración ecológica participativa Sub-Cuenca Los Vados

## i. Descripción general del proceso de restauración ecológica participativa

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Optima protección y conservación de los recursos naturales	Se regenera el bosque a tasas superiores de 20 Ha/año de sus condiciones degradadas de bosque en las comunidades más afectadas. El 50 % Los pobladores del proyecto tienen acceso al aprovechamiento de la biomasa forestal de una manera sostenible durante los primeros 5 años a los 10 años el 100 % de la población tiene acceso a aprovechamiento de manera sostenible.	Informes medioambientales Sistemas de Información Geográfica monitoreos en las comunidades Vehículos aéreos no tripulados	Las autoridades comunales apuestan por la recuperación ambiental. Existe interés de parte del gobierno local en invertir en la recuperación ambiental.
Propósito	Desarrollo sostenible en el proceso de restauración ecológica participativa	El proyecto deja a más del 10 % de las familias de las áreas afectadas inscritas a Incentivos Forestales durante el primer año y en los años consecuentes incluir un 15% -20% más de las familias.	Informes ambientales. Registros del INAB	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto. Instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en la zona favorecen la coordinación de esfuerzos.
Componentes	1. Reforestar en zonas deforestadas	Las áreas con aptitud forestal son acondicionadas para reducir la erosión de suelos y favorecer el desarrollo de los cultivos. 08 Meses de asistencia técnica 24 Eventos de capacitación. 05 Comités para la gestión de recursos forestales	Inspección a las plantaciones forestales instaladas en terreno definitivo. Reportes de capacitación. Firmas de asistencia y evaluaciones. Fichas registrales. Fotos y videos de trabajo Reportes de pasantías Informes técnicos Actas de Asambleas. Comités en actividad.	No se presenta factores climáticos adversos para la implementación. Se cuenta con proveedores para los bienes y servicios requeridos. Las prácticas culturales de la población son compatibles con las acciones planteadas por el proyecto.
	2. Inscribir a pequeños poseedores de tierras en Programa de Incentivo Forestal PINPEP			
	3. Fortalecer las organizaciones para gestión de recursos forestales			
Acciones	1. Construir e instalar un vivero forestal para la producción de plántones nativos e introducidos para una adecuada reforestación.	Costo Total de la actividad Q50,000	Cuaderno de obra, Facturas y boletas de los gastos realizados. Informes de supervisión. Actas, acuerdos e informes de capacitación.	No se presentan epidemias ni desastres naturales. No existen conflictos sociales en contra por parte de la población beneficiaria. Se tiene una oportuna disponibilidad presupuestal.
	2. Capacitar mediante programas y asistencia técnica para ingreso a incentivos forestales	Costo Total de la actividad Q60,000		
	3. Organizar y constituir comités forestales.	Costo Total de la actividad Q10,000		
	4.			

La restauración ecológica participativa tiene que ser un proceso con un horizonte aproximado de 10 años en la cual se pretenda reforestar las áreas más afectadas por la tala inmoderada, según la investigación se tiene el dato que se pierden aproximadamente 64 ha al año, esta dinámica llevaría en los siguientes años a la pérdida casi Total de la cobertura boscosa.

El primer paso es la implementación de un vivero forestal, Mataquescuintla cuenta con uno, y San Rafael Las Flores está implementando su vivero forestal para el 2017, en la que se tiene proyectado que se produzcan 40,000 árboles forestales, por otra parte el Instituto de Nacional de Electrificación (INDE) apoya anualmente a las municipalidades que constituyen parte de la cuenca del Río Los Esclavos con planta forestal, debido a que asegurar la producción de agua y recarga de los afluentes naturales del río promueve la generación de energía, el año 2016 San Rafael Las Flores fue beneficiado con aproximadamente 40,000 plantas forestales en las que se encuentran especies como pino (*Pinus Oocarpa*), Cedro (*Cedrela Odorata L.*) y Ciprés (*Cupressus lusitánica Mill.*).

La reforestación tiene que ser gradual, apoyándose de la comunidad e interesados promoviendo a la par los incentivos forestales para que el programa pueda ser una opción interesante para las personas de las diferentes comunidades, la mayoría de personas son aptas para optar a incentivos forestales para pequeños poseedores de tierra (PINPEP), el restante posee escrituras registradas de su terreno que podría realizarse el ingreso a PROBOSQUE.

El segundo paso es indudablemente la identificación de áreas de recarga y zonas con mayor depredación de la cobertura boscosa en estas regiones se inicia con la elaboración de un diagnóstico regional de manera conjunta entre los técnicos y la comunidad, posteriormente se debe identificar las áreas a restaurar y definir el tipo de restauración a implementar, es claro, que en la puesta en marcha de los procesos de restauración se requiere asistencia técnica permanente.

La restauración es un trabajo de largo plazo, de tal manera que el proyecto contempla la fase inicial y después deben realizarse acciones de protección de las zonas que se están restaurando, monitoreo y evaluación de la restauración de tal manera que permita identificar si existen resultados.

Este proyecto puede enfocarse a áreas tales como El chan Grande, El Chanito, Las Delicias, La Lagunilla, San Juan Bosco, que han sido las áreas más depravadas en los últimos 10 años, aunque se puede enfocar a áreas que han perdido su cobertura tales como Aldea Las Nueces, El Copante, El Volcancito.

- b. Introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades con mayor demanda de leña para consumo energético.

En el cuadro 77 se presenta la matriz de marco lógico para la introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades

Cuadro 77. Introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades con mayor demanda de leña para consumo energético.

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Reducir el consumo de leña, tiempo de recolección y de cocción de los alimentos en los hogares además de contribuir a la reducción de la deforestación y la incidencia de las Infecciones Respiratorias Agudas.	Se pretende beneficiar directamente a 300 personas pertenecientes a 60 familias en un lapso de 2 años al tercer año 30 familias más y al cuarto año 30 más. Siendo un Total de 120 familias. Reducción en 50 % del consumo de leña en las regiones afectadas	Informes medioambientales Visita a las familias beneficiadas con el proyecto.	Las autoridades comunales apuestan por la implementación de tecnologías alternativas para la recuperación de la masa boscosa. Existe interés de parte del gobierno local.
Propósito	Desarrollar las capacidades de los habitantes de las comunidades rurales para que logren hogares más saludables, a partir del mejoramiento de los fogones tradicionales.	El proyecto beneficia al 100 % de los miembros de las familias en sentido de mejoramiento de baja de la incidencia de las infecciones respiratorias agudas	Informes del centro de Salud Pública	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto. Instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en la zona favorecen la coordinación de esfuerzos.
Componentes	1. Análisis de la población objetivo o beneficiaria	Estudio completo para selección de beneficiarios avalado por la oficina de Trabajo Social. 120 personas capacitadas para el uso de estufas ahorradoras. Adquisición de 120 estufas ahorradoras. Informes completos en relación al funcionamiento de las estufas	Estudios firmados y sellados. Listados de asistencia. Facturas Estudios de seguimiento firmados y sellados.	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
	2. Capacitación a personas involucradas en el proyecto			
	3. Compra e implementación de estufas ahorradoras de leña			
	4. Monitoreo a personas beneficiados			
Acciones	1. Estudio socioeconómico para determinar beneficiarios del proyecto bajo instrumento propuesto por oficina de Trabajo Social.	Costo Total de la actividad Q7,000	Facturas y boletas de los gastos realizados. Informes de supervisión. Actas, acuerdos e informes de capacitación.	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.
	2. Capacitar mediante programas y asistencia técnica para correcto uso de estufas ahorradoras	Costo Total de las capacitaciones: Q15,000		
	3. Cotización, selección y compra de mejores ofertas de estufas ahorradoras	Costo Total de la compra de estufas ahorradoras para 120 familias: Q192,000		
	i. Monitoreo y visitas	Costo Total de la actividad Q10,000		

ii. Descripción general del proceso de implementación de estufas ahorradoras de leña.

En zonas cafetaleras el recurso bosque ha venido siendo degradado en forma significativa básicamente por la extracción de leña para consumo familiar, la extracción de materiales para construcción de viviendas, postes para cercas y el cambio de uso de la tierra para siembra de café, entre otras actividades.

A partir de esta realidad que impacta directamente el recurso bosque y afecta la salud de las familias, se plantea como alternativa para reducir el excesivo consumo de leña en zonas cafetaleras, la implementación de estufas ahorradoras de leña.

Las estufas ahorradoras de leña son un modelo que la población rural ha aceptado por su alta eficiencia para conservar el calor y la facilidad de adquirir los materiales en la comunidad para su construcción. En comparación con el fogón tradicional, empleado en la gran mayoría de los hogares rurales y aún en muchos hogares urbanos, las estufas ahorradoras de leña permiten reducir el consumo de leña empleado en la preparación de alimentos (hasta un 65 %), el tiempo de cocción de los alimentos, el humo en la cocina, el tiempo que la familia invierte en recolección de leña y, consecuentemente, contribuyen a reducir la deforestación. Además estas estufas contribuyen a reducir la incidencia de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's), se destacan entre los beneficios más importantes.

En relación a los lugares que serían directamente beneficiados serían las áreas que presentan mayor incidencia de deforestación en los últimos 10 años, siendo estas El Chan Grande, Las Delicias, Las Estanzuelas, La Lagunilla, San Juan Bosco.

Inicialmente se tendría contemplado la elaboración de un instrumento que pueda recolectar información socio-económica de las posibles personas que puedan ser beneficiadas, posteriormente se realiza la selección y la instalación de las estufas ahorradoras adquiridas anteriormente y por ultimo un monitoreo para ver resultados del programa.

El proyecto provee los siguientes beneficios, de tipo social, disminuye el tiempo de recolección de la leña pudiendo destinar el tiempo ahorrado en otras actividades productivas o personales, se disminuye el tiempo de preparación de las comidas, se disminuyen los conflictos relacionados con la obtención de la leña.

Beneficio Económico, ahorro de dinero en lugares donde se compra la leña, mejor uso de los recursos disponible, se ahorra de un 40 % a 65 % de leña del consumo promedio normal en un fogón tradicional, reducción del gasto en medicamentos por el tratamiento de enfermedades relacionadas con el humo.

Beneficios Ambientales, se promueve la conservación de los recursos forestales, se disminuye el corte de madera destinados para leña, se disminuyen los gases liberados a la atmósfera y beneficios en la salud, disminución de los problemas de salud relacionados con el uso del fogón y la generación de humo en las cocinas de los hogares como ser asma, resfríos, tos, presión alta, cáncer, quemaduras en niños, etc.

c. Construcción de tanques para almacenamiento de agua (Cosecha de lluvia)

En el cuadro 78 se presenta la matriz de marco lógico, construcción de tanques de almacenamiento de agua (cosecha de lluvia.).

Cuadro 78. Matriz de marco lógico, construcción de tanques para almacenamiento de agua (cosecha de lluvia).

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Aprovechar el agua proveniente de la lluvia con fines de riego en épocas de estiaje	Acondicionamiento de 50 hogares con sistema de colecta de lluvia para techos. Estructura física de reservorio tipo zanja para 1 comunidad Estructura física de laguna reservorio para 2 comunidades.	Informes de encargado de obra.	Las autoridades comunales apuestan por la implementación de tecnologías alternativas para captación de agua. Existe interés de parte del gobierno local.
Propósito	Desarrollar las capacidades de los habitantes en temas de abastecimiento y recolección de agua para mantener las cosechas en época de estiaje	El proyecto beneficia a productores agrícolas de 3 comunidades.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto. Instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en la zona favorecen la coordinación de esfuerzos.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Análisis de la población objetivo o beneficiaria</li> <li>Capacitación a personas sobre buenas prácticas agrícolas y el uso adecuado del agua.</li> <li>Diseño de zanjas, lagunas y sistemas de recolección de agua</li> <li>Monitoreo a personas beneficiadas</li> </ol>	<p>Estudio completo para selección de beneficiarios avalado por la oficina de Trabajo Social.</p> <p>750 personas capacitadas.</p> <p>Obras físicas completadas al 100 %</p> <p>Informes completos en relación al funcionamiento de los métodos de cosecha de lluvia</p>	<p>Estudios firmados y sellados.</p> <p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Obras físicas</p> <p>Estudios de seguimiento firmados y sellados.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>Estudio socioeconómico para determinar beneficiarios del proyecto bajo instrumento propuesto por oficina de Trabajo Social.</li> <li>Capacitar mediante programas y asistencia técnica para correcto uso del agua disponible</li> <li>Construcción de las zanjas, lagunas y sistemas de recolección según el modelo propuesto,</li> <li>Monitoreo y visitas</li> </ol>	<p>Costo Total de la actividad Q7,000</p> <hr/> <p>Costo Total de las capacitaciones: Q15,000</p> <p>Costo Total de la zanja, sistemas de recolección y laguna de almacenamiento de agua de lluvia Q500,000</p> <hr/> <p>Costo Total de la actividad Q10,000</p>	<p>Facturas y boletas de los gastos realizados.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes de capacitación.</p>	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

### iii. Descripción general del proceso de implementación de tanques de almacenamiento de agua de lluvia (cosecha de agua)

La implementación de “cosecha y siembra de agua” como una práctica efectiva de un buen manejo de los recursos naturales partiendo de un principio de desarrollo desde las propias capacidades y potencialidades de los actores locales en donde el intercambio de saberes y la participación social son pilares fundamentales en la implementación de esta alternativa. Con la única finalidad de tener una mejor utilización y aprovechamiento sustentable del recurso que provoca la vida “EL AGUA”.

La disminución en los últimos años de la cantidad de agua disponible en épocas de lluvia ha limitado a que ciertas actividades se vean mermadas y en algunos casos se pierda por completo la cosecha, esta dinámica se ha ido desarrollando a nivel nacional y San Rafael Las Flores no es la excepción.

El proyecto contendría varias fases en las cuales podemos resaltar de manera general las siguientes, primero el estudio de viabilidad y selección de sectores o comunidades (de preferencia agrícola) que sean beneficiados, dentro de esta etapa se incluye el análisis de los sitios y la tipo de tecnología a implementar.

Posteriormente procede una etapa de capacitación, es decir relacionar a las personas que serán beneficiadas con la tecnología propuesta que vean las ventajas y beneficios que obtendrán de aprovechar de manera óptima la tecnología.

Se procede a implementar la tecnología según el diseño propuesto, y se pone a prueba la tecnología. Por último se realizan monitoreos para verificar el uso óptimo de la tecnología. Las áreas que podrían ser destinadas para implementar este tipo de proyecto pueden ser de preferencia regiones agrícolas como Los Planes y San Juan Bosco, debido a que estas áreas son destinadas a cultivos de frijol, cebolla, tomate etc. Aunque es de bien mencionar que el proyecto puede aplicarse a diferentes comunidades que tengan otro tipo de cultivos en la región.

## d. Construcción de planta de tratamiento de desechos sólidos

Cuadro 79. Matriz de marco lógico, construcción de planta de tratamiento de desechos sólidos.

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Aprovechamiento de más del 70 % de la basura generada en el municipio de San Rafael Las Flores	Reducción de un 70 % de basura dispuesta en el vertedero municipal Aprovechamiento de un 50 % de la materia orgánica en proyectos de aboneras orgánicas	Informes de encargado de obra.	Las autoridades comunales apuestan por la implementación de tecnologías para la reducción de desechos y residuos sólidos
Propósito	Desarrollar las capacidades de los habitantes en temas de la gestión integral de desechos y residuos sólidos.	El proyecto beneficia a las 26 comunidades con un sitio de deposición final apto.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto. Instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en la zona favorecen la coordinación de esfuerzos.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Talleres para elaboración de plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos</li> <li>Capacitación para usuarios involucrados y tren de aseo</li> <li>Diseño de estructura física.</li> <li>Monitoreo a planta</li> </ol>	<p>Estudio completo del plan municipal de gestión de residuos sólidos y desechos sólidos</p> <p>15 personas capacitadas para operación de planta</p> <p>Obras físicas completadas al 100 %</p> <p>Informes completos en relación al funcionamiento de la planta de tratamiento por parte de las autoridades competentes.</p>	<p>Estudios firmados y sellados.</p> <p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Obras físicas</p> <p>Estudios de seguimiento firmados y sellados.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>5 Talleres para elaboración de documento base sobre la gestión integral de desechos sólidos.</li> <li>Capacitar mediante programas y asistencia técnica para optimizar la planta de desechos sólidos</li> <li>Diseño y ejecución de la planta de tratamiento de desechos sólidos</li> <li>Monitoreo y visitas</li> </ol>	<p>Costo Total de la actividad Q48,000</p> <hr/> <p>Costo Total de las capacitaciones: Q15,000</p> <p>Costo Total de construcción de planta Q1,000,000</p> <hr/> <p>Costo Total de la actividad Q10,000</p>	<p>Facturas y boletas de los gastos realizados.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes de capacitación.</p>	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

iv. Descripción general para la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos.

Las plantas de clasificación de residuos y compostaje, son estructuras completas que permiten realizar una eficiente selección y clasificación de los residuos sólidos urbanos, tanto orgánicos como inorgánicos, recuperando los materiales reciclables para su comercialización y utilizando los residuos orgánicos seleccionados para un compostaje de alta calidad.

Este proyecto beneficiara directamente a la población en tema ambiental, será una reducción gradual a la contaminación por desechos sólidos, la reducción sustancial de los focos de contaminación en las comunidades, además de proteger el ambiente en sentido de reducción de puntos de quema de basura en las diferentes comunidades.

El proyecto es de alto impacto, tendrá beneficios económicos que podrán traducirse en la ampliación de plazas de trabajo auto sostenible pero la parte más importante el desarrollo ambiental del municipio y el ejemplo para otras municipalidades.

El proyecto se propone en el lugar donde se encuentra el actual vertedero del cual la municipalidad es dueña de aproximadamente una hectárea de terreno de la cual la mitad puede utilizarse para el proyecto debido a que esta sin ninguna infraestructura.

Para la implementación del proyecto debe realizarse conjuntamente con un proceso paralelo de concientización y educación ambiental para que sea viable socialmente, un análisis geotécnico o geofísico del terreno, el diseño de la planta según las características de producción del municipio y por ultimo una capacitación por parte de las personas que estarán en planta.

e. Implementación de planta potabilizadora para pozo mecánico las piscinas, casco urbano, San Rafael Las Flores

En el cuadro 80 se presenta la matriz de marco lógico para la construcción de la planta potabilizadora, Pozo mecánico Las Piscinas.

Cuadro 80. Matriz de marco lógico, planta potabilizadora pozo mecánico las piscinas

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Potabilización del agua proveniente de pozo mecánico que abastece a Casco Urbano, San Rafael Las Flores	Reducción de los parámetros de presencia de arsénico por debajo de la norma establecida por la norma guatemalteca de agua Potable (COGUANOR) 0.010 mg/L-As	Análisis de agua	Las pruebas realizadas por laboratorios son de calidad y dan certeza en sus resultados
Propósito	Disminución de niveles de metales pesados encontrados en pozo mecánico del Casco Urbano.	El proyecto beneficia a más de 1091 viviendas conectadas al sistema de agua potable.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Análisis química de agua)</li> <li>Diseño de planta según características de producción y de población</li> <li>Ejecución de planta física</li> <li>Verificación de funcionamiento</li> </ol>	<p>Informe sobre el muestreo realizado a pozo mecánico firmado y sellado por profesional y colegiado activo.</p> <p>Planos y diseño de planta potabilizadora a ejecutar</p> <p>Obras físicas completadas al 100 %</p> <p>Informes completos en relación al funcionamiento de la planta de tratamiento por parte de las autoridades competentes</p>	<p>Estudios firmados y sellados.</p> <p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Obras físicas</p> <p>Estudios de seguimiento firmados y sellados.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>Análisis bacteriológico, físico-químico y metales pesados por laboratorio certificado, nacional o internacional.</li> <li>Diseño y ejecución de la planta de tratamiento de planta purificadora.</li> <li>Monitoreo y visitas a planta purificadora.</li> </ol>	<p>Costo Total de la actividad Q10,000</p> <p>Costo Total de construcción de planta Q1,000,000</p> <p>Costo Total de la actividad Q10,000</p>	<p>Facturas y boletas de los gastos realizados.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes.</p>	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

v. Descripción general de implementación de planta potabilizadora.

El arsénico es un elemento semi-metal en la tabla periódica. No tiene olor ni sabor. Entra en el agua potable de los depósitos naturales de la tierra o de las prácticas agrícolas e industriales.

Algunas personas que beben agua de pozo que contienen arsénico en exceso durante muchos años podrían experimentar daños en la piel o problemas en el sistema circulatorio y pueden tener un mayor riesgo de contraer cáncer.

El casco urbano de San Rafael Las Flores se abastece de 3 nacimientos naturales y agua de un pozo ubicado en el Barrio Las Piscinas, dentro del Casco Urbano, a través del tiempo se ha detectado la presencia de arsénico en el agua y en los últimos monitoreos ha sido más constante y elevada la concentración existente, situación que preocupa a las autoridades locales y autoridades de salud pública.

El límite máximo permisible para agua de consumo humano en nuestro país es de 0.01 mg/L de Arsénico, según la norma Coguanor 29001 y la Organización Mundial de la Salud (OMS). A partir de esta problemática se debe realizar un análisis del pozo en estudio en relación a calidad bacteriológico, físico-químico y metales pesados, por el impacto del proyecto se debe procurar realizar análisis en un laboratorio privado que este certificado y avalado según estándares internacionales para garantizar la fidelidad de los resultados posteriormente debe realizarse un estudio de cuál es la mejor manera de remover el arsénico por cualquiera de los métodos existentes para la remoción y disminución de las concentraciones existentes, posteriormente a esto se realiza el diseño, evaluación del terreno propuesto y la ejecución física, por último y no menos importante la evaluación a los parámetros después de realizar el proceso de remoción.

## f. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales

En el cuadro 81 se presenta la matriz de marco lógico para la construcción de plantas de tratamiento.

Cuadro 81. Matriz de marco lógico, construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Tratamiento de aguas residuales a través de plantas de tratamiento en diferentes comunidades	Reducción de los parámetros en cumplimiento del acuerdo gubernativo 236-2006	Análisis de agua	Las pruebas realizadas por laboratorios son de calidad y dan certeza en sus resultados
Propósito	Disminución de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en aguas residuales del municipio	El proyecto beneficia a más de 10,000 personas beneficiadas con la implementación de las plantas de tratamiento de aguas residuales	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollo de estudio técnico de aguas residuales según acuerdo gubernativo 236-2006</li> <li>2. Diseño de planta según características de estudio técnico de aguas residuales</li> <li>5. Ejecución de planta física</li> <li>6. Verificación de funcionamiento</li> <li>7. Mantenimiento y actualización de estudio técnico de aguas residuales y plantas de tratamiento</li> </ol>	<p>Estudio técnico de aguas residuales avalado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</p> <p>Planos y diseño de planta de tratamiento de aguas residuales</p> <p>Obras físicas completadas al 100 %</p> <p>Informes completos en relación al funcionamiento de la planta de tratamiento por parte de las autoridades competentes</p>	<p>Estudios firmados y sellados.</p> <p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Obras físicas</p> <p>Estudios de seguimiento firmados y sellados.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	1. Elaboración de estudio técnico, análisis en campo y análisis de laboratorio	Costo Total de la actividad Q10,000	Facturas y boletas de los gastos realizados. Informes de supervisión. Actas, acuerdos e informes.	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.
	2. Diseño y ejecución de la planta de tratamiento de aguas residuales	Costo Total de construcción de planta Q900,000		
	3. Monitoreo y visitas a plantas de agua residual	Costo Total de la actividad Q10,000		

Las plantas de tratamiento se proponen para las siguientes comunidades, Casco Urbano, Sabana Redonda, Las Nueces, Los Planes, Media Cuesta, San Rafaelito, El Chan Grande, Estanzuelas y San Juan Bosco, para las demás comunidades pueden buscarse alternativas por la cantidad de personas que existen en dichas comunidades.

g. Elaboración e implementación de plan de ordenamiento territorial

En el cuadro 82 se presenta la matriz de marco lógico para el plan de ordenamiento territorial.

Cuadro 82, Matriz de marco lógico, elaboración e implementación de plan de ordenamiento territorial

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Elaborar las bases para el desarrollo sostenible del municipio para el futuro.	Documento elaborado y validado por autoridades locales	Actas	Existe apoyo interinstitucional para ejecutar planes, programas, líneas de acción.
Propósito	Formulación de plan de ordenamiento territorial para el municipio de San Rafael Las Flores.	El documento es apoyado por instituciones gubernamentales y no gubernamentales y se tiene fecha para ejecución.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Talleres para formulación de plan de ordenamiento territorial</li> <li>Talleres de validación</li> </ol>	<p>Se ejecuta al 100 % los talleres y se obtiene la información necesaria</p> <p>Se elabora el documento al 100 %</p> <p>Se valida el documento por el Concejo Municipal</p>	<p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Documento final, validado.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>4 talleres para el desarrollo de plan de ordenamiento territorial</li> </ol>	Costo Total de la actividad Q50,000	Facturas y boletas de los gastos realizados.	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Talleres de validación conjuntamente con todos los actores involucrados.</li> </ol>	Costo Total de la actividad Q5,000	<p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes.</p>	

La planeación y ordenamiento del territorio permite: Estudiar el resultado histórico de la ocupación y transformación del territorio. Es decir, explica cómo se han utilizado los recursos y ocupado el espacio geográfico a través del tiempo, para indicar cómo se debe orientar y organizar hacia el futuro lo administrativo y lo jurídico, lo ambiental, lo social, lo económico y lo funcional (Desarrollo Institucional, Desarrollo Ambiental, Desarrollo Social, Desarrollo Económico, Desarrollo Regional).

San Rafael Las Flores debe indicar como se van a orientar y organizar hacia el futuro, en este municipio es de suma importancia realizar este tipo de análisis debido a que existe la presencia de una minera (con 17 años por delante) y debe poder saber a dónde orientar sus fondos para asegurar el desarrollo en todo ámbito después de la desaparición de la mina. Por tanto las autoridades locales deben tomar en cuenta la formulación y más allá la implementación de todas sus líneas de acción.

h. Elaboración del plan municipal de gestión integral de desechos y residuos sólidos.

En el cuadro 83 se presenta la matriz de marco lógico para el plan municipal de gestión integral de desechos y residuos sólidos.

Cuadro 83. Matriz de marco lógico, plan municipal de gestión integral de desechos y residuos sólidos.

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Desarrollar capacidades en la población y autoridades locales para la gestión (Recolección, traslado, separación y disposición final)	Documento elaborado y validado por autoridades locales	Actas	Existe apoyo interinstitucional para ejecutar planes, programas, líneas de acción.
Propósito	Formulación de plan municipal para la gestión integral de desechos y residuos sólidos a nivel municipal	El documento es apoyado por instituciones gubernamentales y no gubernamentales y se tiene fecha para ejecución.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Talleres para formulación de plan de gestión integral de desechos y residuos sólidos</li> <li>Talleres de validación</li> </ol>	<p>Se ejecuta al 100 % los talleres y se obtiene la información necesaria</p> <p>Se elabora el documento al 100 %</p> <p>Se valida el documento por el Concejo Municipal</p>	<p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Documento final, validado.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>4 talleres para el desarrollo de plan municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos</li> <li>Talleres de validación conjuntamente con todos los actores involucrados.</li> </ol>	<p>Costo Total de la actividad Q50,000</p> <hr/> <p>Costo Total de la actividad Q5,000</p>	<p>Facturas y boletas de los gastos realizados.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes.</p>	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

La Gestión integral de desechos y residuos sólidos es un proceso de suma importancia a nivel municipal, ya que involucra a toda la población desde niños hasta personas de la tercera edad.

La gestión integral de residuos y desechos sólidos consiste en toda serie de actividades asociadas al control de la generación, separación, almacenamiento, recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos a fin que se armonicen con los principios de la salud pública, economía, ingeniería estética y otras consideraciones ambientales y respondan a las expectativas públicas (Cooperacion Alemana, 2016).

Este proyecto puede delegarse a las autoridades locales para su ejecución e incluso existen ONG que pueden promover este tipo de actividades, a largo plazo es paso importante para el desarrollo ambiental para las 26 comunidades del municipio de San Rafael Las Flores.

- i. Elaboración de estudio técnico de aguas residuales del municipio de San Rafael Las Flores.

En el cuadro 84 se presenta la matriz de marco lógico para la realización del estudio técnico de aguas residuales.

Cuadro 84. Matriz de marco lógico, estudio técnico de aguas residuales

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Implementación de Plantas de Aguas Residuales basadas en parámetros establecidos en estudio técnico de aguas residuales	Documento elaborado y validado por autoridades locales	Actas	Existe apoyo interinstitucional para ejecutar planes, programas, líneas de acción.
Propósito	Desarrollo de estudio técnico de aguas residuales según acuerdo gubernativo 236-2006	El documento es apoyado por instituciones gubernamentales y no gubernamentales y se tiene fecha para ejecución.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de muestras de aguas residuales</li> <li>2. Formulación de estudio técnico</li> <li>3. Validación de estudio técnico de aguas residuales</li> </ol>	<p>Se toman muestras en los sitios de interés</p> <p>Se elabora el documento al 100 %</p> <p>Se valida el documento por el Concejo Municipal</p>	Listados de asistencia. Facturas Documento final, validado.	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muestreo de aguas en puntos de desfogue de aguas residuales (Bacteriológico, fisicoquímico y metales pesados).</li> <li>2. Elaboración de estudio técnico según resultados obtenidos por el muestreo de aguas residuales.</li> <li>3. Talleres de validación</li> </ol>	<p>Costo Total de los muestreos 10,000</p> <p>Costo Total de las actividades, formulación y validación Q10,000</p>	Facturas y boletas de los gastos realizados. Informes de supervisión. Actas, acuerdos e informes.	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

El estudio técnico de aguas residuales se realiza en base al mandato del acuerdo gubernativo 236-2006, en la que propone fechas límites para la implementación de plantas de tratamiento en todos los municipios del país por ende es de suma importancia acatar este acuerdo para evitar sanciones de cualquier índole, por otra parte recordar que es un compromiso de las municipalidades velar por el bien ambiental por lo tanto este documento se debe pensar como la base para iniciar el saneamiento de las aguas residuales.

Generalmente este documento lo puede formular la persona que esté en la unidad ambiental de la municipalidad debido a que según el acuerdo indica que no necesariamente tiene que ser un profesional, sin embargo se recomienda que se formule con una persona que tenga cierta experiencia en temas ambientales o en su defecto conozca la dinámica ambiental del municipio de San Rafael Las Flores.

- j. Elaboración de política ambiental del municipio de San Rafael Las Flores.

El cuadro 85 presenta la matriz de marco lógico para la elaboración de política ambiental del municipio de San Rafael Las Flores.

Cuadro 85. Elaboración de política ambiental del municipio de San Rafael Las Flores.

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Desarrollar, impulsar e implementar la política ambiental del municipio	Documento elaborado y validado por autoridades locales	Actas	Existe apoyo interinstitucional para ejecutar planes, programas, líneas de acción.
Propósito	Establecer los parámetros y orientación del municipio en sentido ambiental para el 2025	El documento es apoyado por instituciones gubernamentales y no gubernamentales y se tiene fecha para ejecución.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Talleres de conformación de documento e identificación de problemas (diagnóstico)</li> <li>4. Formulación de solución a la problemática</li> <li>5. Validación de la política</li> </ol>	<p>Talleres desarrollados con 100 % de los interesados en el tema</p> <p>Se elabora el documento al 100 %</p> <p>Se valida el documento por el Concejo Municipal</p>	<p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Documento final, validado.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 talleres de diagnóstico y formulación de problemática.</li> <li>2. 2 talleres de solución de problemática e indicadores a evaluar.</li> <li>4. 1 Taller de validación</li> </ol>	<p>Costo Total de los 6 talleres: Q70,000</p> <p>Costo Total de las actividades de validación Q10,000</p>	<p>Facturas y boletas de los gastos realizados.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes.</p>	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

El desarrollo de la política ambiental del municipio es de suma importancia debido a que realmente no existen líneas base en sentido ambiental, un documento de este tipo vendría a fortalecer toda la gestión municipal debido a que se puede tener la base de donde orientar las acciones.

Este documento también lo puede desarrollar la unidad encargada del desarrollo ambiental en el municipio o en su defecto un consultor privado, aunque de preferencia el moderador

tiene que tener un conocimiento amplio del tema ambiental para saber a dónde dirigir las acciones conjuntamente con todas las personas involucradas.

- k. Desarrollo de ruta eco-turística para desarrollar el desarrollo económico y ambiental.

En el cuadro 86 se presenta la matriz de marco lógico del desarrollo de la ruta eco-turística del municipio de San Rafael Las Flores.

Cuadro 86. Desarrollo de ruta eco-turística, San Rafael Las Flores, Santa Rosa

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Fomentar el desarrollo económico local y ambiental del municipio.	Documento elaborado y validado por autoridades locales	Actas	Existe apoyo interinstitucional para ejecutar planes, programas, líneas de acción.
Propósito	Formular una ruta turística reconocida por instituciones nacionales involucradas en el tema.	El documento es apoyado por instituciones gubernamentales y no gubernamentales y se tiene fecha para ejecución.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Talleres de conformación de documento e identificación de problemas (diagnóstico)</li> <li>Diseño e implementación de acciones a realizar</li> <li>Monitoreo a desarrollo promovido por la ruta</li> </ol>	<p>Talleres desarrollados con 100 % de los interesados en el tema</p> <p>Se elabora el documento al 100 %</p> <p>Obras físicas al 100 %</p> <p>Se valida el documento por el Concejo Municipal</p>	<p>Listados de asistencia.</p> <p>Facturas</p> <p>Documento final, validado.</p>	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>Talleres para detección de potencialidades turísticas del municipio</li> <li>Construcción de infraestructura en apoyo al turismo</li> <li>Monitoreos a comunidades beneficiadas con el proyecto</li> </ol>	<p>Costo Total de los 6 talleres: Q15,000</p> <p>Costo Total de la infraestructura física y monitoreos Q2,000,000</p>	<p>Facturas y boletas de los gastos realizados.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Actas, acuerdos e informes.</p>	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

La ruta turística es una oportunidad para el desarrollo económico local y ambiente, como parte de las atracciones visitar indudablemente se encuentra la área de protección especial “Laguna de Ayarza”, Agua tibia, Fósiles en aldea San Rafaelito, miradores en aldea Media Cuesta, en este último lugar puede ser beneficioso la implementación de un mirador con todos los servicios básicos para la atracción de turismo nacional e internacional.

### I. Programa de capacitación permanente para caficultores

En el cuadro 87 se presenta la matriz de marco lógica para el programa de capacitación permanente para caficultores.

Cuadro 87. Matriz de marco lógico, programa de capacitación permanente para caficultores

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Mejora sustancial en las técnicas empleadas para la caficultura y directamente proporcional elevar su capacidad económica.	Análisis de la productividad generada por los caficultores capacitados	Informes y monitoreos de campo	Existe interés por parte de los caficultores de la región por adquirir conocimientos
Propósito	Desarrollar capacidades técnicas enfocadas a los caficultores de la región.	Más de 100 caficultores capacitados anualmente.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	1. Capacitaciones trimestrales a caficultores	Capacitaciones desarrollados con 100 % de los interesados en el tema	Listados de asistencia. Facturas	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	1. Capacitaciones a 100 caficultores semestralmente	Costo Total de las capacitaciones Q20,000	Facturas y boletas de los gastos realizados. Informes de supervisión. Actas, acuerdos e informes.	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

San Rafael Las Flores es un municipio inminentemente cafetalero, se tienen datos de que más del 50 % del mismo está constituido por café, siendo este el cultivo de mayor producción, es por esto que cada vez más personas quieren producir este tipo de cultivo en sus tierras.

Para el establecimiento de un cafetal, es necesario conocer las características y condiciones del suelo (topografía, fertilidad natural y cubierta vegetal), así como las variables generales del clima de la región, debe fortalecer temas técnicos tales como distancias de siembra, tipos de variedades, habilitación del terreno, trazo y ahoyado, siembra, manejo y algunas consideraciones posteriores a la siembra.

Por lo tanto es importante fortalecer las capacidades de las personas de la región para el fortalecimiento de conocimientos, técnicas y capacidades.

- m. Programa de capacitación permanente para productores de hortalizas y legumbres.

En el cuadro 88 se presenta la matriz de marco lógico para el programa de capacitación permanente para productores de hortalizas

Cuadro 88. Matriz de marco lógico, programa de capacitación permanente para productores de hortalizas

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Mejora sustancial en las técnicas empleadas para la producción de hortalizas y directamente proporcional elevar su capacidad económica.	Análisis de la productividad generada por los agricultores capacitados	Informes y monitoreo de campo	Existe interés por parte de los caficultores de la región por adquirir conocimientos
Propósito	Desarrollar capacidades técnicas enfocadas a los productores de hortalizas de la región.	Más de 100 agricultores capacitados anualmente.	Informes sobre monitoreo y evaluación.	Autoridades regionales y locales muestran convicción de apoyo al proyecto.
Componentes	1. Capacitaciones trimestrales a horticultores	Capacitaciones desarrollados con 100 % de los interesados en el tema	Listados de asistencia. Facturas	Autoridades locales y beneficiados encuentran gran beneficio en el proyecto y promueven su consecución.
Acciones	1. Capacitaciones a 100 horticultores semestralmente	Costo Total de las capacitaciones Q20,000	Facturas y boletas de los gastos realizados. Informes de supervisión. Actas, acuerdos e informes.	No se presentan inconvenientes con el factor económico y exista la capacidad económica de realizar el proyecto completo.

La producción de hortalizas está representada de mayor manera en el valle de San Rafael Las Flores en la aldea los planes y algunas regiones de la periferia del Casco Urbano, aunque también se realiza en aldeas como San Juan Bosco, en estas áreas se cultiva, cebolla, tomate, frijol entre las más recurrentes.

Es importante fortalecer las capacidades técnicas de los productores para poder aumentar sus rendimientos y por ende su capacidad económica, además de recurrir a técnicas que permitan reducir la sobre utilización de los suelos.

## n. Protección de ecosistemas naturales

En el cuadro 89 se presenta la matriz de marco lógico en relación a la protección de ecosistemas naturales.

Cuadro 89. Matriz de marco lógico, protección de ecosistemas naturales

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Preservar los Recursos Naturales	Reducir en un 20 % el porcentaje de áreas degradadas para el año 2020	Avances físicos financieros, tarjetas de visita	Aumento de interés de las organizaciones
Propósito	Contribuir a la preservación de los recursos naturales dentro de la sub-cuenca mediante la conservación y protección de áreas y ecosistemas naturales	El 80 % de área destinada para conservación para el año 2020	Avances físicos financieros, tarjetas de visita	Aumento de interés de las organizaciones
Componentes	1. Proteger las áreas naturales en la sub-cuenca	Porcentaje de aéreas protegidas	Avances físicos financieros, tarjetas de visita	Aumento de interés de las organizaciones
	2. Fomentar y restaurar ecosistemas forestales en la Sub-Cuenca	Aumento de áreas forestales restauradas en un 80 % para el 2018		
	3. Proteger de la vida silvestre	Disminución de especies protegidas en peligro de extinción		
Acciones	1. Elaborar programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas	Aumento de programas de conservación de áreas en deterioro	Informes técnicos	No existen conflictos sociales en contra por parte de la población beneficiaria. Se tiene una oportuna disponibilidad presupuestal.
	2. Establecer especies promisorias de doble utilidad protector - productor.	Avance de especies de doble utilidad dentro de las áreas degradadas	Giras de campo, avances físicos.	
	3. Identificar zonas para ecoturismo y reserva natural potenciales	Delimitación de las zonas	Giras de campo, avances físicos.	

Mediante convenios con universidades establecer una estrategia de investigación puntual en la parte alta de la Sub-cuenca y sectores de importancia ambiental a fin de reconocer la potencialidad forestal y faunística de los ecosistemas naturales de la zona. Vincular procesos de investigación, capacitación y acción a las organizaciones del área creando grupos de trabajo entre técnicos y campesinos para la investigación y puesta en marcha de acciones en:

- Especies promisorias de doble utilidad protector - productor.
- Bancos de semillas de árboles forestales comerciables por los mismos pobladores.
- Identificación de zonas para ecoturismo y reserva natural potenciales

Dentro de los actores se encuentran: - Alcaldía Municipio de Casillas, CONAP, MARN, Universidades y Centros de Investigación, ONG.

- o. Generación de estudios de capacidad de uso de la tierra.

En el cuadro 90 se presenta la matriz de marco lógico para la elaboración de estudios de capacidad de uso de la tierra.

Cuadro 90. Matriz de marco lógico, generación de estudios de capacidad de uso de la tierra

	Resumen de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Delimitar el uso de la tierra adecuado para la cuenca a través de estudios específicos y detallados.	Menor presión sobre los recursos. Regeneración de los ciclos naturales de la tierra.	Mayor disponibilidad de los recursos a través del tiempo.	Se asigna un nuevo ordenamiento de uso de la tierra más adecuado y generar una sostenibilidad y equilibrio en el uso de los recursos.
Propósito	Que la tierra tenga un uso adecuado para crear sostenibilidad en el manejo de los recursos y su uso	Que los resultados sean Totalmente aplicables a cada parte del área Total de la cuenca.	Se hace una comprobación en campo de los resultados finales obtenidos en el informe y los mapas generados.	Se obtiene el uso adecuado de la tierra para cada zonificación de la cuenca.
Componentes	1. Generar mapa de Uso de la tierra y cobertura.	Se espera generar mapas verificados en campo previo a la realización del estudio de capacidad de uso de la tierra como tal. Corroborar mapa de capacidad de uso por medio de visitas a campo y toma de fotografías	Inspección de informes de avances y verificación de la calidad de productos mediante visitas a campo y estudios fotográficos de cambio de uso de la tierra a través del tiempo	Finalizar mapa de cobertura y uso de la tierra.
	2. Mapa de pendientes			Corroborar profundidad y pendientes en campo para los mapas de unidades fisiográficas.
	3. Integración de unidades de tierra y generación de mapa de capacidad de uso de la tierra			Integrar las unidades de tierra para generar un mapa de capacidad de uso de la tierra.
Acciones	1. Recopilación y Análisis de información biofísica existente para la cuenca	A partir de estudios realizados con anterioridad a nivel de desarrollo rural.	Informe con información recopilada	Se generan mapas de pendientes, profundidad de suelos, unidades fisiográficas necesarias para generar mapas de uso de la tierra y posteriormente capacidad de uso de la tierra.
	2. Realizar una división de unidades Fisiográficas a través de fotointerpretación y uso de software.	Área mapeada igual al área Total registrada en mapas preexistentes de la zona.	Mapa de unidades fisiográficas finalizado.	
	3. Verificación en campo de límites de unidades fisiográficas y obtención de pendientes y profundidades de suelo para generar los mapas de uso de la tierra.	Generación preliminar de mapas de unidades fisiográficas, pendientes y profundidad de suelos.	Comprobar el cambio de uso de la tierra a través de software como Google Earth, en una línea de tiempo de imágenes de por lo menos 8 años.	

Otros proyectos a implementar en pro del desarrollo ambiental del municipio

p. Inventariar y diagnosticar basureros autorizados y no autorizados

El diagnóstico de este tipo de vertederos conlleva a saber y conocer la situación actual de las comunidades y elaborar planes para el saneamiento ambiental en términos de residuos y desechos sólidos.

Este proyecto conjuntamente con otro como sería la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos puede tener gran impacto en la población.

Este proyecto se debe realizar en las 26 comunidades puede ser llevado a cabo por la unidad ambiental de la municipalidad o una consultoría privada.

q. Implementación de basureros separativos en casco urbano y calles principales de comunidades

Este tipo de acciones vienen enfocadas a disminuir focos de contaminación ya existentes, este proceso conjuntamente en coordinación con el tren de aseo municipal puede generar buenos resultados.

Sin embargo algo importante a resaltar que este proyecto no puede funcionar si no existe una concientización a las personas involucradas por comunidad para la correcta utilización de estos recipientes.

- r. Construcción de relleno sanitario formal para el municipio de San Rafael Las Flores

El relleno sanitario es un lugar de deposición final de los residuos y desechos sólidos, de tipo orgánico e inorgánico, este proyecto tiene la desventaja del tema económico aunque es costoso la implementación de este tipo de tecnología sería único en la región.

Este proyecto de la mano con proyectos como la planta de tratamiento de desechos sólidos puede traer muchos beneficios de todo tipo, social, económico, ambiental por lo tanto debe considerársele como algo de importancia para el presente y futuro.

- s. Capacitación al tren de aseo para separación inicial de la basura.

El proyecto se ve en pro del fortalecimiento del servicio prestado por la municipalidad, para que se pueda promover la separación inicial desde la recolecta, aunque si se realiza la correcta sensibilización se puede realizar desde el hogar.

- t. Compra de nuevo camión recolector para cubrir la demanda de toda la población.

El camión recolector actual tiene una capacidad para recolectar hasta 5 toneladas de basura, al día realiza varios recorridos a diferentes puntos pero en realidad no se da abasto con las 26 comunidades, por lo tanto se sugiere la compra de un nuevo camión recolector para cubrir con esta demanda.

- p. Establecimiento de programas de educación social y ambiental en colegios y escuelas.

En el tema ambiental es de suma importancia llevar de la mano cualquier proyecto la parte de sensibilización y socialización para que este tenga un impacto positivo en la población y esta se pueda ir incluyendo en el proceso de mejora.

En este sentido la sensibilización debe ser a todo nivel por lo que se propone incluir un programa de capacitación permanente a escuelas para promover la importancia del cuidado ambiental.

- q. Educación social dirigida a comunidades a través de COCODES

La sensibilización a la comunidad es de suma importancia es por lo tanto que debe realizarse un programa para visitar las comunidades para dar a conocer los pormenores del tema ambiental y sensibilizar a la población de cuál es la situación actual y como debemos manejar los recursos existentes aun.

- r. Implementación de contadores de agua potable

Este proyecto es de impacto social alto debido a la negativa o resistencia que presentan las comunidades en relación al pago que debe realizarse, aunque en realidad es una medida de regulación que puede mejorar la capacidad de distribución y disponibilidad del recurso existente.

- s. Realización de estudio hidrogeológico para determinar las causas de la presencia de arsénico en el agua.

Este estudio puede aportar valiosa información para conocer características hidrogeológicas del valle de San Rafael por lo que puede ser muy útil para acciones tales como construcción de un nuevo pozo para abastecimiento del área urbana del casco de San Rafael Las Flores.





## 2.6 CONCLUSIONES

1. La sub-cuenca “Los Vados” está conformada por 4 municipios, dos municipios de Jalapa San Carlos Alzatate y Mataquescuintla (40 %) y dos municipios de Santa Rosa (San Rafael Las Flores y Casillas). (60 %).
2. La población Total estimada dentro de la sub-cuenca para el año 2016 es de 30,336 personas.
3. El índice de pobreza general en el municipio de San Rafael Las Flores es del 63.4%, con una pobreza extrema del 25.6 %.
4. Para la sub-cuenca los Vados principalmente se tiene que los suelos están principalmente sobre utilizados en más de un 55 % es decir no se están usando de acuerdo a su potencial y los suelos están perdiendo todo su potencial productivo, posteriormente con un 32 % las áreas presentan un uso de acuerdo esencialmente por los remanentes de bosque que aún existe, y por ultimo existen áreas que tienen un potencial y no se les está aprovechando al máximo este tipo de áreas representan el 9.88 %.
5. Casi el 50 % del área de la sub-cuenca no posee cobertura foresta, el 45 % posee un asocio entre arboles mixtos-cultivos, este es un mal indicador de la perdida sustancial del bosque en la sub-cuenca.
6. Los principales ejes de problemas ambientales encontrados a nivel de sub-cuenca y principalmente para el municipio de San Rafael las Flores son: Perdida de la calidad y cantidad del recurso hídrico, contaminación por desechos sólidos, mala planificación del uso de la tierra, deficiente vinculación de entidades gubernamentales y empresas privadas para el fomento del comercio y la educación ambiental.

7. En sentido de agua potable, la presencia actual de arsénico se puede considerar una fuerte preocupación para la municipalidad debido a que en el Pozo (0.139 mg/L) y el Tanque de distribución (0.021 mg/L) presenta valores que están por encima del valor permitido (0.010mg/L) según la norma coguanor aunque es de bien mencionar que en los grifos domiciliarios (0.0093 mg/L) este valor adquiere un valor que es aun permisible dentro de las normas vigentes.
8. En sentido forestal, la dinámica actual nos presenta que se ha incrementado la deforestación en el municipio y se tiene una pérdida de 61 ha/año este fenómeno se debe principalmente en esta región al cambio de uso de la tierra, las plantaciones de café han sustituido al bosque natural de la región y la sombra que se le aplica al café no es catalogado como bosque, en realidad es un sistema agro-forestal, además a esto se suma el consumo energético por la leña que es un problema a nivel nacional, por lo tanto las tasas de dinámica es elevada y supera las 36 ha/año que se produjeron del año 1991 al 2001(actualmente 61 ha/ año).
9. En sentido de aguas residuales, se debe reducir la concentración de los sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, materia flotante. Los metales pesados no se presentaron en el muestreo.
10. El mayor problemas de desechos sólidos viene relacionado en función al deficiente sistema de recolección que tiene las autoridades competentes todo viene relacionado por la inexistencia de una gestión integral de residuos y desechos sólidos.
11. En relación de la erosión la mayoría del territorio de San Rafael Las Flores presenta una erosión media de hasta 1000 Tm/ha/año.
12. Los proyectos de mayor impacto a implementar son: promover procesos de restauración ecológica participativa, Introducción de estufas ahorradoras de leña en las comunidades con mayor demanda de leña para consumo energético,

Construcción de tanques para almacenamiento de agua (Cosecha de lluvia), Construcción de planta de tratamiento de desechos sólidos, Implementación de planta potabilizadora para pozo mecánico las piscinas, Casco urbano, San Rafael Las Flores, Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

13. El costo Total de las actividades, programas y proyectos presentados en el documento es de 14 millones 733 mil quetzales.

## 2.7 RECOMENDACIONES

1. El documento debe trasladarse a la unidad ambiental de la municipalidad de San Rafael Las Flores para que sea esta la encargada de llevar cada propuesta a nivel de factibilidad y posteriormente a su ejecución.
2. Los temas ambientales son amplios y complejos en algunas ocasiones se puede seguir fundamentando el documento a través de consultorías específicas a temas de interés para una mayor comprensión de la dinámica ambiental en el municipio.
3. Este documento es la base para la ejecución de la política ambiental del municipio por lo que se recomienda implementar la política ambiental en base de este documento.
4. Realizar monitoreos ambientales cada 6 meses en relación a agua potable, aguas residuales, calidad de aire, con fines de actualizar el documento presentado.
5. Fortalecer la capacidad de la unidad de desarrollo ambiental de la municipalidad de San Rafael Las Flores, a través de equipo, capacitación y personal capacitado para el desarrollo continuo y eficaz del tema ambiental.

## 2.8 BIBLIOGRAFIA

1. Basterrechea, M. 1996. Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas para eventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C. 60p
2. Buol, SW; Hole, FD; McCracken, RJ. 1988. Génesis y clasificación de suelos. Mexico, Trillas. 34 p.
3. Clérico C, G. P. 2001. Aplicaciones del modelo USLE/RUSLE para estimar pérdidas de suelo por erosión en Uruguay y la región sur de la cuenca del río de la plata. Agrociencia, 92-103.
4. CONRED. 2012. Manual para la organización de coordinadoras para la reducción de desastres. Guatemala: Coordinadora Nacional Para la Reducción de Desastres. 52 p.
5. Cooperación Alemana. 2016. Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. Guatemala: Cooperación Alemana para el Desarrollo -GIZ- 61 p.
6. Cotler, H. 2007. El manejo integral de cuencas en México. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 50 p.
7. Cruz, A. M. 2010. Clasificación no supervisada con imágenes a color de cobertura terrestre. Hidrociencias, 711-744.
8. Díaz, G. 2012. Opciones de política para las inversiones agrícolas y la gobernanza de los mercados. Guatemala: Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo 84 p.
9. Dourojeanni, A. 1994. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas. Santiago de Chile: CEPAL 62 p.
10. Fuentes, J. 2009. Clasificación Supervisada y no supervisada. Teledección , 101-118.
11. González de Matauco, A. I. 2004. Análisis morfométrico de la cuenca y de la red de drenaje del río Zodorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas. A.G.E.N, 311-329.
12. Guzman, M. S. 2014. Uso de la tierra e intensidad del sistema de producción agrícola en la microcuenca del Río Chuiscalera y efectos probables en la dinámica del lago de Atitlán. Guatemala. 120 p.

13. Hernández, AJ. 2013. Diseño del sistema de agua potable para el Caserío Las Cortinas y puente vehicular sobre el río Los Callejones, San Rafael Las Flores, Santa Rosa. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 134 p.
14. Ibañez, I. H. 1992. Aspectos fisiográficos: Curso de hidrología. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía 20 p.
15. Ibarra, R. M. 2014. Cambio Climático en Honduras, Guatemala y Colombia y sus efectos en la producción alimentaria. Guatemala: FLACSO GUATEMALA. 62 p.
16. INAB. 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques, GT. 22 p.
17. INE. 2002. X Censo nacional de población y V de habitación. Guatemala 600 p.
18. INSFOP. 2008. Diagnóstico Rural Participativo (DRP) y planificación comunitaria. Estelí: Instituto de Formación Permanente. 67 p.
19. Jiménez, F. 2007. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 78 p..
20. MAGA. 2013. Informe Situacional del Maíz Blanco. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación 43 p.
21. MSPAS. 2015. Prevalencia e incidencia de algunas enfermedades transmisibles, no transmisibles y contaminantes ambientales en la población aledaña a la minera El Escobal ubicada en el municipio de San Rafael Las Flores de octubre a diciembre de 2015. San Rafael Las Flores, Guatemala, Municipalidad San Rafael Las Flores / MSPAS / USAC. 71 p.
22. Moreno, H; Ibañez, S; Gisbert, J. 2008. Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) de una cuenca hidrográfica. España, Universidad Politécnica de Valencia. 66 p.
23. Municipalidad San Rafael Las Flores. 2016. Plan de Gobierno Municipalidad de San Rafael Las Flores, Santa Rosa. San Rafael Las Flores. 32 p.
24. Pérez, AL. 2011. Contaminación del agua en parte alta del río Los Esclavos. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 77 p.
25. Ramírez, C. M. 2010. Situación actual y directrices para el manejo de las tierras forestales de muy alta, alta y media captación y regulación hidrológica. Guatemala: URL.
26. SECTUR. 2006. Identificación de potencialidades turísticas en regiones y municipios. México: Secretaría de México. 99 p.

27. SEGEPLAN . 2010. Plan de desarrollo San Rafael Las Flores. Guatemala, Guatemala: SEGEPLAN.
28. SEGEPLAN. 2010. Plan de Desarrollo Departamental. Guatemala: Secretaría General de Planificación. 56 p.
29. SEGEPLAN. 2014. Plan Nacional de Desarrollo K´atun 2032. Guatemala, Secretaria General de Planificacion 120 p.
30. Service, C. R. 2014. Manejo integrado de cuencas con énfasis en seguridad alimentaria y nutricional. Guatemala: CRS.
31. Vásquez, H. A. 2005. Proyecto de factibilidad para generar el mapa de clasificación taxonómica de suelos y el mapa de capacidad de uso de la tierra a escala 1/50,000 de la república de Guatemala. Guatemala: MAGA UPGGR. 45 p.
32. Verdejo, M. E. 2003. Diagnóstico rural participativo. República Dominicana: Centro Cultural Poveda. 78 p.





CAPÍTULO III

SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN MUNICIPALIDAD DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2016.



### 3.1 PRESENTACIÓN

La municipalidad de San Rafael Las Flores es un ente autónomo que se encarga de la administración local en términos generales, en base al análisis situacional de la municipalidad (diagnóstico) realizado con anterioridad se definieron diferentes propuestas para la mejora sustancial en todas sus líneas, entre las que podemos mencionar, la implementación de la Unidad de Desarrollo Económico Local, La implementación de la unidad ambiental, implementación de biblioteca municipal, implementación de programa de educación ambiental en el municipio de San Rafael Las Flores.

Estos proyectos mencionados anteriormente fueron desarrollados en el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) con el afán de poder lograr la implementación y la mejora de los alcances previstos por la municipalidad en apoyo a la educación, ambiente, desarrollo económico local entre otros.

### 3.2 Servicio #1, Educación ambiental en escuelas del municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa.

Según el artículo 3, del capítulo II de la ley de educación ambiental, decreto 38-2010, se declara de urgencia nacional y de interés social, el fomento, la difusión y promoción de la educación ambiental, en ese sentido la municipalidad adopta una iniciativa que permite tener acercamiento con más de 30 escuelas del municipio de San Rafael Las Flores. (MARN, 2004)

El programa de educación ambiental se llevara a cabo entre la municipalidad de San Rafael Las Flores conjuntamente con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y con el Ministerio de Educación (MINEDUC).

Educación ambiental en escuelas del municipio de San Rafael Las Flores, durante el año 2016 es la primera iniciativa que se presenta de este tipo, sin embargo existen programas que han sido llevados a cabo por medio del ministerio de salud, ministerio de educación etc., que tiene como énfasis el cuidado higiénico en las escuelas.

Además ha existido iniciativa de charlas a los estudiantes de manera independiente, por ejemplo como manejo de cultivos, tecnología en la agricultura pero han sido acciones gestionadas mediante la iniciativa de los maestros en beneficio de sus estudiantes.

San Rafael Las Flores es un municipio con 15,000 personas aproximadamente en las que los niños/jóvenes de 0-14 años representan el 45% de la población esta sería nuestra población objetivo, en la que el impulso de la cultura ambiental sería imprescindible debido a que existe mucha desinformación como que trae como consecuencia la tala inmoderada, la deposición de basura en lugares no permitidos o autorizados, el mal manejo de los desechos sólidos y como consecuencia de todo se han visto las calles repletas de basura, una gran tasa de deforestación etc. (SEGEPLAN , 2010).

San Rafael Las Flores Cuenta con escuelas 30 escuelas, algunas funcionan en jornada matutina y posteriormente vespertina esto anteriormente mencionado lo podemos observar en la figura 64.

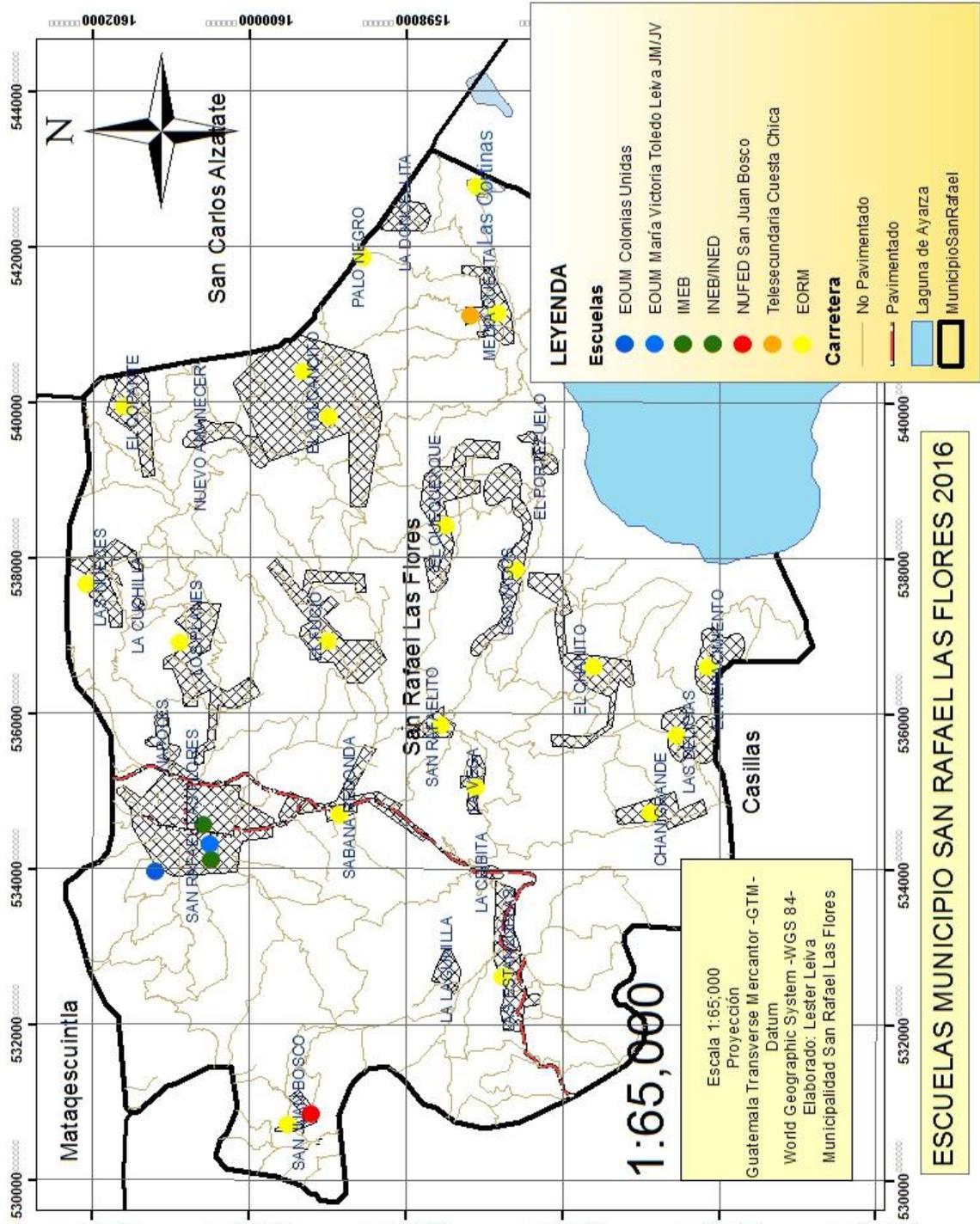


Figura 64. Escuelas del municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016.

### 3.2.1 OBJETIVOS

#### A. Objetivo General

Concientizar a los 2,400 estudiantes de primaria y secundaria de 27 escuelas del municipio de San Rafael Las Flores sobre el cuidado del medio ambiente y sus beneficios.

### 3.2.2 METODOLOGÍA

Se visitaron a las escuelas en grupos; es decir el mismo día se abarcara varias escuelas el mismo día por la mañana y por la tarde para facilitar el cumplimiento de las 27 escuelas (ver cuadro 91), la distribución se realizó de la siguiente manera:

Cuadro 91. División de escuelas para visitas para educación ambiental, San Rafael Las Flores, Santa Rosa

<b>Grupo 1</b>	
EORM la Vega	Primaria
EORM Sabana Redonda	Primaria
EORM Estanzuelas	Primaria y Básico

<b>Grupo 2</b>	
EORM los Planes	Primaria
EORM las Nueces	Primaria y Básico
EORM el Copante	Primaria

**Grupo 3**

EOUM Colonias Unidas	Primaria
EOUM María Victoria Toledo Leiva JM	Primaria
EOUM María Victoria Toledo Leiva JV	Primaria

**Grupo 4**

IMEB	Básico
INEB	Básico
INED	Diversificado

**Grupo 5**

EORM San Juan Bosco	Primaria
NUFED San Juan Bosco	Básico

**Grupo 6**

EORM el Quequexque	Primaria
EORM Caserío el Volcancito	Primaria
EORM Aldea el Volcancito	Primaria

<b>Grupo 7</b>	
EORM el Renacimiento	Primaria
EORM Chan Grande	Primaria

<b>Grupo 8</b>	
EORM las Delicias	Primaria
EORM el Cielito	Primaria
EORM Chan	Primaria y básico

<b>Grupo 9</b>	
EORM Cuesta Chica JM	Primaria
EORM Cuesta Chica JV	Primaria
Telesecundaria Cuesta Chica	Básico

<b>Grupo 10</b>	
EORM San Rafaelito	Primaria
EORM el Fucio	Primaria
EORM los Vados	Primaria

<b>Grupo 11</b>	
EORM las Cortinas	Primaria
EORM Palo Negro	Primaria

En el cuadro 92 se aprecia el cronograma de visitas a escuelas de San Rafael Las Flores.



### 3.2.3 RESULTADOS

#### A. Resultados esperados

Se espera Concientizar a los 2,400 estudiantes de primaria y secundaria de 27 escuelas del municipio de San Rafael Las Flores sobre el cuidado del medio ambiente y sus beneficios.

#### B. Metas esperadas

1. Que se capaciten tres escuelas diarias para abarcar el mayor número de estudiantes.
2. Que en tres semanas se pueda abarcar el cronograma propuesto para capacitar alrededor de 3000 estudiantes.

#### C. Indicadores

1. Que diariamente el 10% de las escuelas sea capacitada, para dar cumplimiento del 100% de las escuelas (31 escuelas) aproximadamente en dos semanas y media a tres semanas aproximadamente.

#### D. Resultados obtenidos

En el cuadro 93 se presenta el nombre de las escuelas, su ubicación y el número de alumnos que fueron beneficiados con la educación ambiental durante el año 2016.

Cuadro 93. Escuelas y número de alumnos beneficiados con charla ambiental, municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016

No.	Lugar	Nombre de las escuelas	No. De alumnos
1	La vega	Escuela Primaria	25
2	Sabana Redonda	Escuela Primaria	255
3	San Juan Bosco	Escuela Primaria	229
4	San Juan Bosco	NUFED (Educación Básica)	47
5	Las Nueces	Escuela Primaria	229
6	Las Nueces	Instituto Básico	53
7	El Copante	Escuela Primaria	105
8	Nuevo Amanecer	Escuela Primaria	28
9	La Cuchilla	Escuela Primaria	79
10	Los Planes	Escuela Primaria	75
11	Colonias unidas	Escuela primaria	116
12	Casco Urbano	Instituto de Diversificado	116
13	Casco Urbano	Escuela Primaria	136
14	Casco Urbano	Instituto Nacional de Educación Básica	82
15	Media Cuesta	Escuela Primaria JM.	152
16	Media Cuesta	Escuela Primaria J.V.	53
17	Palo Negro	Escuela Primaria	22
18	Media Cuesta	Instituto Telesecundaria	120
19	El Fucio	Escuela Primaria	45
20	El Volcancito	Escuela Primaria	100
21	Caserío el Volcancito	Escuela Primaria	51
22	El Quequexque	Escuela Primaria	95
		TOTAL	3,000

### 3.2.3 EVALUACIÓN

#### A. Resultados esperados

Se Concientizo 3000 estudiantes de primaria y secundaria de 27 escuelas del municipio de San Rafael Las Flores sobre el cuidado del medio ambiente y sus beneficios, logrando un mayor número de lo previsto inicialmente que eran 2400 estudiantes, esto debido a que se unieron diferentes grados que inicialmente no participarían.(Ver figura

#### B. Metas esperadas

1. Se Logró capacitar las tres escuelas diarias por lo que se cumplió la meta prevista
2. En tres semanas se logró capacitar al número completo de estudiantes previsto.

#### C. Indicadores

1. Diariamente se capacito el 12% de las escuelas y se dio cumplimiento del 100% de las escuelas (31 escuelas), capacitación que se llevó a cabo en 2 semanas y media. (Ver figura 65).



Figura 65. Visita a aldea Las Nueces, para educación ambiental en San Rafael Las Flores.

### 3.3 Servicio #2, Implementación de biblioteca municipal, San Rafael Las Flores, 2016.

La educación en San Rafael Las Flores es una prioridad este servicio consistirá en la apertura la biblioteca municipal que tendrá disponible más de 1,000 libros de diferentes tópicos tales como ciencias naturales, matemáticas, ciencias sociales, literatura, química, filosofía, obras literarias, revistas, libros de superación etc.

A parte de lo anteriormente mencionado contendrá una sala de computación con 10 máquinas que ya serán donadas por la Secretaria de Obras de la Esposa del Presidente (SOSEP).

Y por último la biblioteca contendrá una mapoteca física que consiste en la implementación de mapas en tamaño A1 (59.4cm x 84.1cm); con mapas de diferentes temáticas de interés del municipio.

El municipio de San Rafael Las Flores no cuenta con una biblioteca municipal, y nunca ha existido la iniciativa de alguna gestión municipal para la apertura de la misma.

El municipio de San Rafael Las Flores presenta que aproximadamente el 40% de la población no presenta ninguna escolaridad y aproximadamente el 56% presenta que solo han concluido el nivel primario, es decir el 96% o solo tienen primario o no estudiaron en su vida, este dato es alarmante para el desarrollo y futuro del municipio, la biblioteca viene a prestar un servicio de manera gratuita que pueda contribuir a la realización de actividades tales como tareas, investigaciones, fotocopias, impresiones etc.

### 3.3.1 OBJETIVOS

#### A. Objetivo general

Apertura un espacio para el desarrollo en sentido didáctico y tecnológico a los estudiantes de los centros educativos del casco urbano y las aldeas aledañas al casco urbano.

En la figura 66 se muestra el área de influencia de la biblioteca municipal.

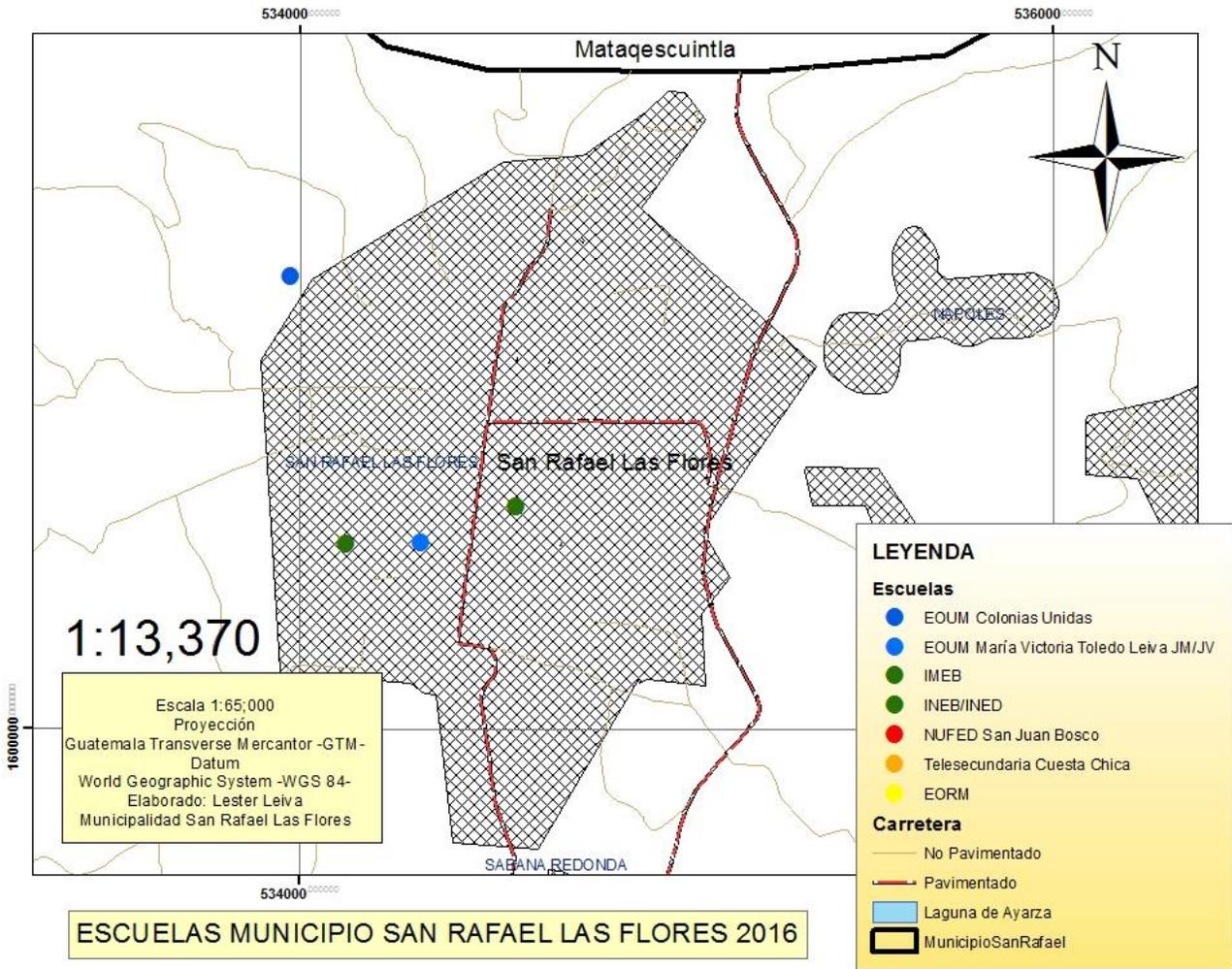


Figura 66. Área de influencia de biblioteca municipal, 2016



### 3.3.3 RESULTADOS

#### A. Resultados esperados, metas esperadas e indicadores.

En el cuadro 95 se da a conocer las acciones, responsables e indicadores de implementación de biblioteca municipal.

Cuadro 95. Acciones, responsables, metas esperadas e indicadores de implementación de biblioteca

Acción	Responsable/Involucrados	Indicadores
Sensibilización a alcalde Municipal y concejo municipal sobre importancia de Biblioteca Municipal	Lester Leiva, Alcalde Municipal, Concejo Municipal.	Que la idea se le dé seguimiento y exista interés del parte del concejo municipal.
Dotación de libros para biblioteca	Lester Leiva	Conseguir al menos 1000 libros de diferentes índoles para empezar.
Creación del puesto de bibliotecario/a.	Roberto Pivaral	Se ubica una persona con facilidad de manejo de libros y excelente actitud.
Llenado de base de datos para biblioteca en base a los libros	Lester Leiva, Isaías Solares, Mónica Morales	Los libros se registraron según todos los datos del libro y un código único.
Equipamiento de máquinas para biblioteca virtual	Eli de Jesús Aquino.	Se consiguen 10 máquinas mínimo para el inicio de la biblioteca
Ubicación física de la biblioteca	Lester Leiva, Roberto Pivaral	Se ubica en un espacio amplio con buena luz y fácil acceso.
Mapas temáticos o mapoteca	Lester Leiva	Se imprimen al menos 10 mapas temáticos para diferentes usos.
Conexión a internet	Isaías Solares	Se deja conectado el internet a 10 máquinas por cableado.
Inauguración oficial	Concejo Municipal	Se deja a través de un acuerdo municipal aperturada la biblioteca municipal

## B. Resultados obtenidos

En el cuadro 96 se informa del estado de las acciones realizadas para la implementación de la biblioteca municipal.

Cuadro 96. Estado de acciones realizadas para implementación de biblioteca municipal

Acción	Estado
Sensibilización a alcalde Municipal y concejo municipal sobre importancia de Biblioteca Municipal	.Ejecutado
Dotación de libros para biblioteca	Ejecutado
Creación del puesto de bibliotecario/a.	Ejecutado
Llenado de base de datos para biblioteca en base a los libros	Ejecutado
Equipamiento de máquinas para biblioteca virtual	Ejecutado
Ubicación física de la biblioteca	Ejecutado
Mapas temáticos o mapoteca	Ejecutado
Conexión a internet	Ejecutado
Inauguración oficial	Segundo semestre 2017

### 3.3.4 EVALUACIÓN

La evaluación de las acciones propuestas para la implementación de la biblioteca municipal se da a conocer en el cuadro 97.

Cuadro 97. Evaluación de acciones propuestas para implementación de biblioteca municipal, San Rafael Las Flores, Santa Rosa, 2016

Acción	Estado
Sensibilización a alcalde Municipal y concejo municipal sobre importancia de Biblioteca Municipal	Se realizó mediante socialización con el concejo completo para la aprobación de la idea, se certifica a través de un acta de creación de la biblioteca.
Dotación de libros para biblioteca	Se consiguieron 970 libros de diferentes índoles mediante donación.
Creación del puesto de bibliotecario/a.	Se realizó la ubicación de una persona de forma definitiva para cubrir el puesto.
Llenado de base de datos para biblioteca en base a los libros	Se realizó una base de datos en Excel para llevar control de inventario de libros
Equipamiento de máquinas para biblioteca virtual	Se adquirieron 10 computadores completos mediante donación.
Ubicación física de la biblioteca	Se construyó un local de dos ambientes para colocación de equipo y mobiliario
Mapas temáticos o mapoteca	Se imprimieron cinco mapas en tamaño A1 para consulta en la biblioteca
Conexión a internet	Se contrató un servicio de internet para abastecer las 10 maquinas
Inauguración oficial	Inaugurado oficialmente

### 3.4 Creación de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental, San Rafael Las Flores, Santa Rosa 2016

La municipalidad de San Rafael Las Flores en su análisis institucional se pudo observar que hay actividades que en la actualidad no se le dan seguimiento y que son de suma importancia para el desarrollo del municipio, específicamente podemos mencionar que las líneas a fortalecer son: el desarrollo económico local y directamente la parte ambiental, es a partir de ese momento que se tiene que desarrollar un documento base para consolidar las unidades como tal dentro de la municipalidad que puedan atender las siguientes atribuciones:

Planificar las líneas de acción de la Unidad de desarrollo económico local y ambiental, diseñar y gestionar ante el Concejo Municipal, por intermedio del Alcalde, la organización y modernización de la Unidad de desarrollo económico Local y Ambiental, contribuir y apoyar la activación de la economía municipal por medio de actividades diversas, coordinando con otros entes involucrados en el sector económico, coordinar los esfuerzos en materia ambiental municipal con las demás dependencias de la Municipalidad, como con las instituciones con cobertura en el municipio para la efectiva atención de competencias, diseñar y/o gestionar la implementación de instrumentos y sistemas de control ambiental municipal, Coordinar, monitorear y dar seguimiento a las políticas, planes, programas, proyectos y acciones ambientales dentro del municipio.

Monitorear y analizar en forma constante la realidad económica del Municipio, Apoyar a las comisiones del Concejo Municipal y demás órganos relacionados con la administración, operación y mantenimiento de los servicios públicos municipales, para la observancia y aplicación de la gestión ambiental, Promover el desarrollo de la capacidad productiva y administrativa de las unidades productivas en el municipio, Asesorar y participar en la elaboración de propuestas para la emisión y/o actualización de ordenanzas municipales vinculadas con la promoción de la gestión ambiental y protección de recursos naturales, así como en su promoción e implementación, Promover el empleo en el Municipio e incorporar a personas adultas y jóvenes, a la población económicamente activa, Coordinar conjuntamente con dependencias municipales, como a lo externo como el COMUDE y el CODEDE; las actividades ambientales municipales y/o regionales.

Coordinar con el Juzgado de Asuntos Municipales la disposición actualizada y el correcto cumplimiento y aplicación de las disposiciones municipales en esta materia., Evaluar los programas en desarrollo, Presentar informes al concejo municipal sobre la gestión ambiental municipal, Gestionar convenios de cooperación con otras entidades ambientales y organismos de cooperación, Contribuir en la definición y alcances de los mecanismos de consulta y diálogo con la participación ciudadana en temas de ambiente y recursos naturales del municipio, con base en lo establecido en el Código Municipal, el reglamento de

Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y el Convenio 169, Promover la creación de asociaciones productivas, actividades agrícolas, económicas, industriales y comerciales, Promover la consolidación de los factores de producción, Promover el potencial turístico de la zona, Contribuir a la búsqueda y el acceso a recursos financieros para unidades productivas del municipio, Contribuir y apoyar la búsqueda y acceso a mercados nacionales e internacionales.

### 3.4.2 OBJETIVOS

#### A. Objetivo General

Crear y definir las líneas de acción de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental de la municipalidad de San Rafael Las Flores.

### 3.4.3 METODOLOGÍA

A través de una recopilación de información se formuló un manual de funciones para la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental –UDELA- que contiene la siguiente información:

- Requerimientos de personal (Organigrama)
- Naturaleza de los puestos
- Perfiles de los puestos
- Funciones y Atribuciones de los puestos
- Disponibilidad financiera para los puestos.

Posteriormente se sometió al Concejo Municipal dicho manual para la aprobación de las plazas anteriormente mencionadas, lo cual se certifica con un punto de Concejo Municipal que avala la creación de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental.

### 3.4.4 Resultados

#### A. Resultados esperados, metas esperadas e indicadores.

En el cuadro 98 se da a conocer los resultados esperados, metas e indicadores que conlleva la creación de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental (UDELA).

Cuadro 98. Resultados esperados, metas e indicadores de creación de la UDELA.

Acciones	Indicadores	Metas esperadas
○ Requerimientos de personal (Organigrama)	La propuesta es aceptada, avalada y respaldada por el Concejo Municipal.	Se establece un organigrama convencional para determinar los puestos y su posición jerárquica.
○ Descripción Naturaleza de los puestos	La propuesta es aceptada, avalada y respaldada por el Concejo Municipal	Se describe de manera general las plazas.
○ Perfiles de los puestos	La propuesta es aceptada, avalada y respaldada por el Concejo Municipal	Se enumeran las características que debe cumplir cada aspirante al puesto.
○ Funciones y Atribuciones de los puestos y la Unidad.	La propuesta es aceptada, avalada y respaldada por el Concejo Municipal	Se describe y enumeran todas las atribuciones que deben cumplirse desempeñando el puesto.
○ Disponibilidad financiera para los puestos y la Unidad.	La propuesta es aceptada, avalada y respaldada por el Concejo Municipal	Se da a conocer los pormenores de la situación financiera que se debe cumplir para el óptimo funcionamiento de la unidad.
○ Acuerdo Municipal que avala la creación de la Unidad.	La propuesta es aceptada, avalada y respaldada por el Concejo Municipal	Documento físico que ampare la veracidad de la creación de la unidad y los puestos de trabajo

B. Resultados obtenidos

a. Organización de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

La Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental se presenta a través del siguiente organigrama que se presenta en la figura 67.

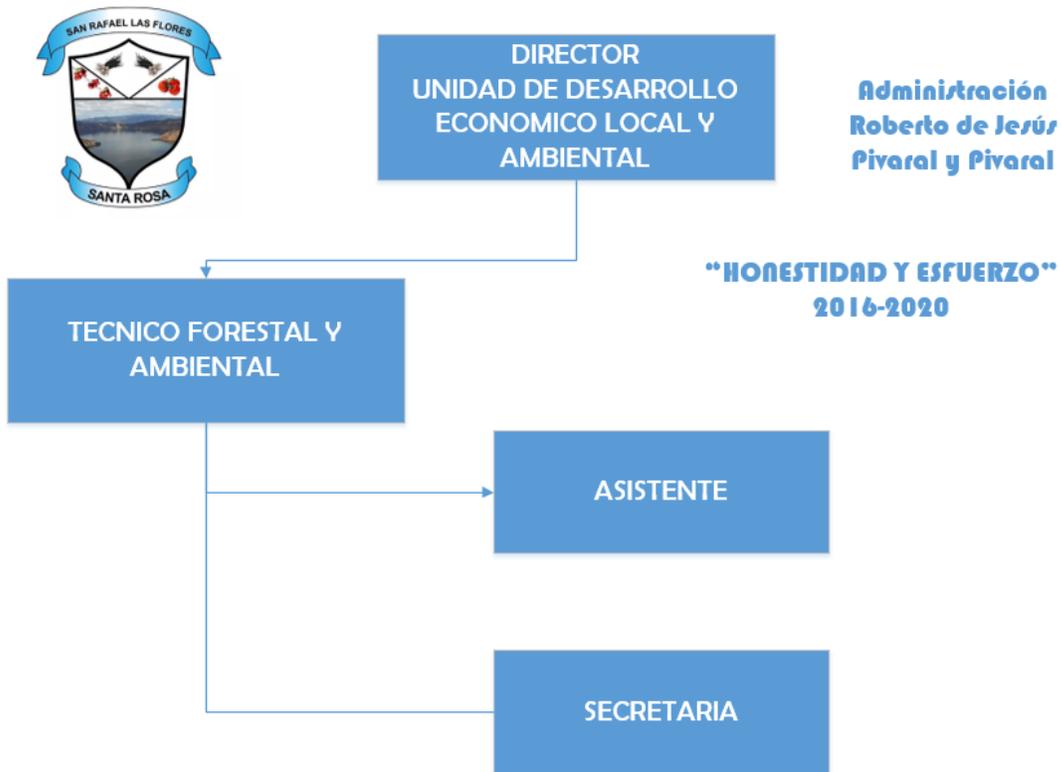


Figura 67. Organigrama Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

- b. Funciones, atribuciones de puestos de trabajo.
  - i. Atribuciones encargado de Unidad desarrollo Económico Local –Ambiental- (UDELA).
    1. Planificar las líneas de acción de la Unidad de desarrollo económico local y ambiental.
    2. Diseñar y gestionar ante el Concejo Municipal, por intermedio del Alcalde, la organización y modernización de la Unidad de desarrollo económico Local y Ambiental.
    3. Contribuir y apoyar la activación de la economía municipal por medio de actividades diversas, coordinando con otros entes involucrados en el sector económico.
    4. Coordinar los esfuerzos en materia ambiental municipal con las demás dependencias de la Municipalidad, como con las instituciones con cobertura en el municipio para la efectiva atención de competencias.
    5. Diseñar y/o gestionar la implementación de instrumentos y sistemas de control ambiental municipal.
    6. Coordinar, monitorear y dar seguimiento a las políticas, planes, programas, proyectos y acciones ambientales dentro del municipio.
    7. Monitorear y analizar en forma constante la realidad económica del Municipio.
    8. Apoyar a las comisiones del Concejo Municipal y demás órganos relacionados con la administración, operación y mantenimiento de los servicios públicos municipales, para la observancia y aplicación de la gestión ambiental.
    9. Promover el desarrollo de la capacidad productiva y administrativa de las unidades

productivas en el municipio.

10. Asesorar y participar en la elaboración de propuestas para la emisión y/o actualización de ordenanzas municipales vinculadas con la promoción de la gestión ambiental y protección de recursos naturales, así como en su promoción e implementación.
11. Promover el empleo en el Municipio e incorporar a personas adultas y jóvenes, a la población económicamente activa.
12. Coordinar conjuntamente con dependencias municipales, como a lo externo como el COMUDE y el CODEDE; las actividades ambientales municipales y/o regionales.
13. Coordinar con el Juzgado de Asuntos Municipales la disposición actualizada y el correcto cumplimiento y aplicación de las disposiciones municipales en esta materia.
14. Evaluar los programas en desarrollo.
15. Presentar informes al concejo municipal sobre la gestión ambiental municipal.
16. Gestionar convenios de cooperación con otras entidades ambientales y organismos de cooperación.
17. Contribuir en la definición y alcances de los mecanismos de consulta y diálogo con la participación ciudadana en temas de ambiente y recursos naturales del municipio, con base en lo establecido en el Código Municipal, el reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y el Convenio 169.
18. Promover la creación de asociaciones productivas, actividades agrícolas, económicas, industriales y comerciales

19. Promover la consolidación de los factores de producción.
  20. Promover el potencial turístico de la zona.
  21. Contribuir a la búsqueda y el acceso a recursos financieros para unidades productivas del municipio.
  22. Contribuir y apoyar la búsqueda y acceso a mercados nacionales e internacionales.
- ii. Perfil del puesto, Encargado de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental.
1. Formación: Curricula Cerrada o Profesional universitario en Agronomía, Ciencias ambientales, Ciencias Económicas.
  2. Con facilidad de comunicación, de preferencia con manejo del idioma local, buenas relaciones humanas.
  3. Conocimiento del entorno social, natural del municipio y conciencia ambiental.
  4. Con capacidad de gestión y coordinación con otras instituciones municipales y del gobierno en materia ambiental y económica.
  5. Con conocimiento del manejo de programas básicos de computación.
  6. Buena presentación
  7. Conocimiento en planificación y organización

## 8. Conocimiento en Desarrollo Económico Local y Fomento de Turismo local

### iii. Atribuciones asistentes de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

1. Apoyar al Coordinador, Director O Gerente en las diferentes acciones que se ejecuten en el Municipio.
2. Coordinar el levantamiento de La línea base de indicadores ambientales y económicos del municipio.
3. Participar en el diseño y/o formulación e implementación los planes, programas y proyectos específicos de su área funcional.
4. Supervisar la implementación de los procedimientos técnicos.
5. Desarrollar el conjunto de funciones para propiciar la organización, movilización y participación social, en la gestión ambiental y económica dentro y fuera del Sistema de Consejos de Desarrollo.
6. Establecer y dar seguimiento al sistema de monitoreo y diálogo con la comunidad, para detectar problemas de sustentabilidad ambiental y definir prioridades.
7. Emitir informes de su gestión.
8. Monitorear y dar seguimiento a las políticas, planes, programas, proyectos y acciones ambientales y económicas dentro Del municipio.
9. Ejecutar labores de fiscalización sobre el cumplimiento de competencias ambientales y económicas en el municipio.
10. Coordinar su accionar con la jefatura, las demás dependencias de la Municipalidad y otras dependencias, por instrucciones de la superioridad.
11. Realizar el diagnóstico para mejorar la gestión, por ejemplo la implementación de un Sistema de Información Geográfica, registros y estadísticas de sus actividades.

iv. Perfil asistente de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

1. Formación: técnico, perito agrónomo o universitario en agronomía, ciencias ambientales o afines o en su lugar con experiencia reconocida en estos temas.
2. Manejo de Sistemas de Información Geográfica.
3. Manejo de programas de computación.
4. Experiencia en el área forestal, ambiental y recursos naturales.
5. Con facilidad de comunicación, de preferencia con manejo del idioma local.
6. Conocimiento del entorno social y natural del municipio.
7. Con capacidad de gestión y coordinación con otras instituciones municipales y del gobierno en materia ambiental.
8. Buenas relaciones humanas.
9. Conciencia ambiental.

v. Atribuciones de la secretaria de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

1. Llevar el control de los expedientes relacionados a la Unidad de desarrollo económico local y ambiental.
2. Recepción de las solicitudes que ingresen a la Unidad de desarrollo económico local y ambiental.

3. Llevar la agenda del encargado de la Unidad de desarrollo económico local y ambiental.
4. Atender y brindar información relacionada a la Unidad de desarrollo económico local y ambiental.
5. Elaborar la correspondencia relacionada a la a su cargo.
6. Otras funciones que le sean asignadas por el señor Alcalde o Gerente Municipal, relacionadas a su cargo.

vi. Perfil asistente de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

1. Secretaria bilingüe, o experiencia a fin.
2. Con facilidad de comunicación
3. Con capacidad de toma de decisiones
4. Ordenada

En la figura 68 se presenta el acta de creación de la Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental, mientras que en la figura 69 se presenta el acta de creación de cargo de Encargado de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

## c. Acta de creación de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental



**Municipalidad de San Rafael Las Flores**  
**Departamento de Santa Rosa, Guatemala C.A.**  
 ADMINISTRACIÓN Roberto Pivaral 2016 - 2020

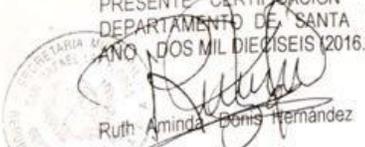
LA INFRASCrita SECRETARIA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA. -----

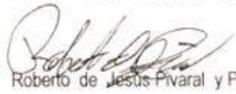
**CERTIFICA:**

Tener a la Vista el libro de actas de sesiones ordinarias del concejo Municipal número veintiuno (21) en el que se encuentra el Punto DÉCIMO QUINTO: Del acta número 025-2016, de la sesión ordinaria celebrada por el Honorable Concejo Municipal con fecha Veintiocho (28) de Junio del año dos mil dieciséis (2016) el que copiado en su parte conducente establece: PRIMERO: SEGUNDO: TERCERO: CUARTO: QUINTO: SEXTO: SÉPTIMO: OCTAVO: NOVENO: DÉCIMO: DÉCIMO PRIMERO: DÉCIMO SEGUNDO: DÉCIMO TERCERO: DÉCIMO CUARTO: **DÉCIMO QUINTO: El Honorable Concejo Municipal del Municipio de San Rafael Las Flores Santa Rosa, CONSIDERANDO: Que el Municipio no ha tenido los avances necesarios en cuanto al Desarrollo Económico local y ambiental, por lo que es necesario crear una unidad específica que se encargue de los temas específicos de Desarrollo Económico Local, y el tema ambiental. CONSIDERANDO: Que se ha realizado el Diagnostico para la creación de la Unidad de desarrollo económico local y ambiental y es el siguiente:**

<b>PRESUPUESTO INICIAL UDELA.</b>	
PERSONAL UDELA Primer semestre	Q. 40,500.00
Cuotas Patronales Primer semestre	Q. 8,371.00
Cálculos de Prestaciones Laborales Primer semestre	Q. 11,875.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q. 60,746.00</b>

**POR TANTO:** En base a lo antes Considerado y las facultades que le confiere el artículo 35 literales i) y j) del decreto 12-2,002 del Congreso de la República de Guatemala. (CODIGO MUNICIPAL VIGENTE) Al deliberar en Unanimidad de Votos ACUERDA: 1.-) Crear la Unidad de desarrollo económico local – ambiental- (UDELA) Del Municipio de San Rafael Las Flores Santa Rosa, a partir del día uno(1) de Julio del año dos mil dieciséis (2016). 2.-) Aprobar la asignación Presupuestaria Inicial para el semestre comprendido del 1 de Julio al 31 de Diciembre del Presente año por la cantidad de: **SESENTA MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SEIS QUETZALES EXACTOS (Q.60,746.00)** para pago de salario del Encargado con cargo al renglón 022 del Presupuesto Municipal Vigente, y cuotas patronales de IGSS Y clases Pasivas, y prestaciones laborales correspondientes al semestre en los renglones Presupuestarios correspondientes. 3.- Certifíquese el presente acuerdo a donde corresponda para los efectos legales correspondientes.- (FS) Se encuentra la firma ilegible del señor alcalde municipal Roberto de Jesús Pivaral y Pivaral, firma ilegible de René Antonio Muñoz Villagrán Sindico Primero, firma ilegible de Byron Adolfo Pérez Veliz sindico segundo. Firma ilegible de Alberto Estrada Cazún concejal primero. Firma ilegible de José León Hernández Marroquin concejal segundo. Certificó: Ruth Aminda Donis Hernández.- Secretaria Municipal. Y, PARA LOS USOS LEGALES CORRESPONDIENTES EXTIENDO SELLO Y FIRMO LA PRESENTE CERTIFICACION EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA A LOS TRES DIAS DEL MES DE JULIO DEL AÑO DOS MIL DIECISEIS (2016.)

  
 Ruth Aminda Donis Hernández  
 Secretaria Municipal

  
 Vo. Bo. Roberto de Jesús Pivaral y Pivaral  
 Alcalde Municipal.





[munisaraelaalflores@gmail.com](mailto:munisaraelaalflores@gmail.com)  
[www.munisaraelaalflores.gob.gt](http://www.munisaraelaalflores.gob.gt)  
 79242082

Figura 68. Acta de creación de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental- UDELA-

d. Acta de creación de cargo de encargado de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

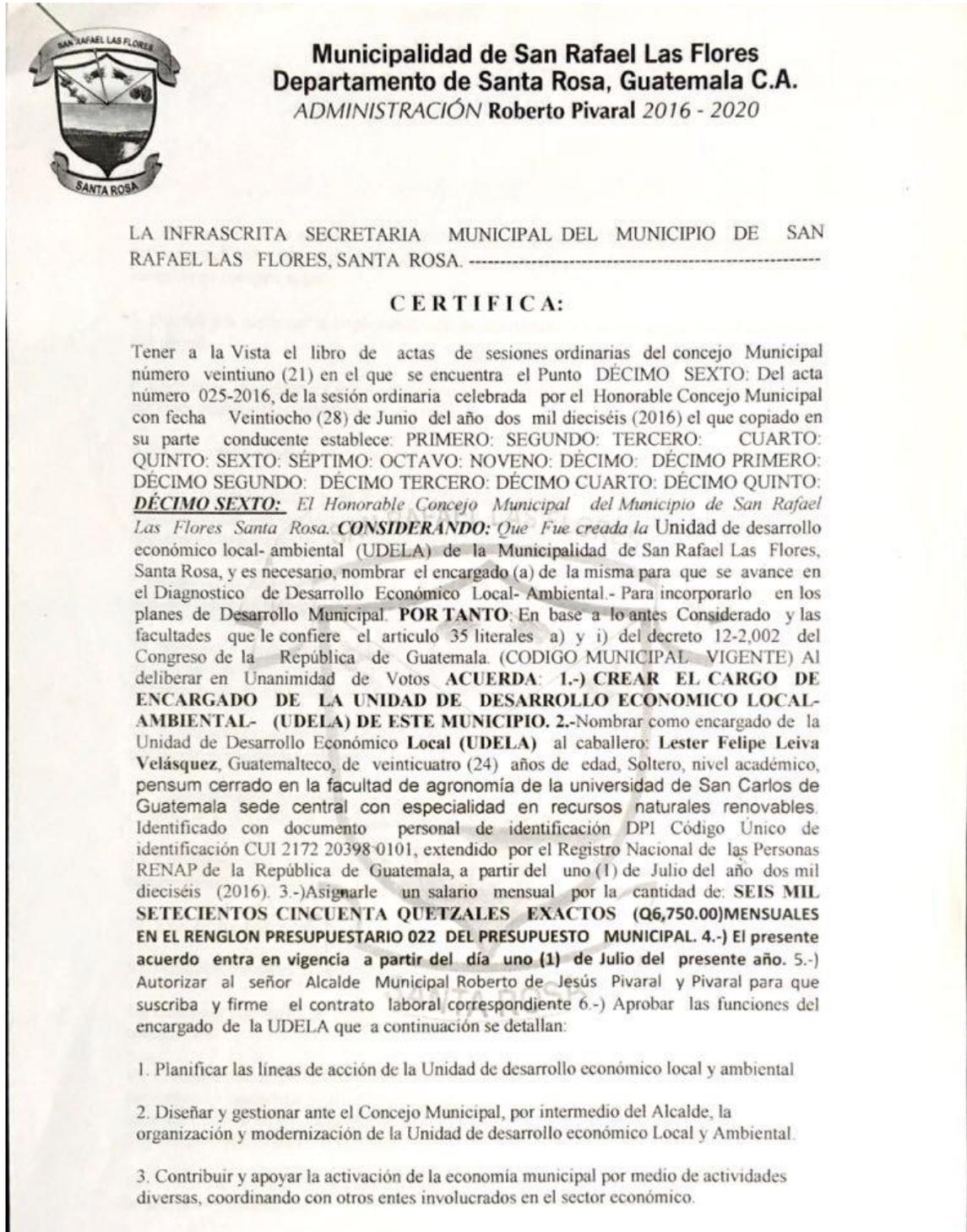


Figura 69. Acta de creación de cargo de Encargado de Unidad de Desarrollo Económico Local y Ambiental

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Municipalidad San Rafael Las Flores, Santa Rosa, Guatemala. 2016. Plan de gobierno municipalidad de San Rafael las Flores, Santa Rosa. San Rafael las Flores, Santa Rosa, Guatemala.
2. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo San Rafael las Flores. Guatemala. 91 p.
3. SEGEPLAN . 2010. Plan de desarrollo San Rafael Las Flores. Guatemala, Guatemala: SEGEPLAN.