UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

TOM HANKS FRANCISCO LUNA GRAJEDA

GUATEMALA, FEBRERO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

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

POR

TOM HANKS FRANCISCO LUNA GRAJEDA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING. M.Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL PRIMERO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Agr. Marlon Estuardo Gonzáles Álvarez
VOCAL QUINTO	Br. Sergio Wladimir Gonzáles Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, FEBRERO 2021

Guatemala, febrero de 2021

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el Trabajo de Graduación titulado **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.,** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Ingeniería en Gestión Ambiental Local, 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"

Tom Hanks Francisco Luna Grajeda

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS Por mi vida, por ser quien me ha guiado y acompañado en todo momento, darme fuerzas para alcanzar esta meta y quién me ha enseñado a luchar siempre con amor.

MI MADRE: Nohelia Grajeda, por su amor incondicional, su esfuerzo de todos los días para apoyarme a salir adelante y lograr esta meta, por escucharme en los buenos y malos momentos, por su ejemplo y por darme los mejores consejos.

MI PADRE: Francisco Luna, por su apoyo y respaldo en las situaciones difíciles de mi vida, por escucharme y por su ejemplo de lucha.

MIS HERMANAS: Josselyn Luna y Kristell Luna, por su sincero amor, por siempre estar para escucharme y aconsejarme en las decisiones más importantes de mi vida, por su motivación e inspiración para cumplir mis sueños.

MI NOVIA: Melanie Aragón, por llenarme de amor y esperanza cada día desde que la conocí, por motivarme a terminar esta meta y por estar para mí en todo momento.

MIS AMIGOS: Por ser los ángeles que Dios ha puesto en mi camino para apoyarme en las diversas situaciones de mi vida, su amistad y por su sincero cariño.

MIS MAESTROS: Por ser ejemplo, por ser parte de mi superación y formación personal.

TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO

A:

DIOS

GUATEMALA

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi supervisor Ing. Agr. **Boris Méndez** por su supervisión profesional y apoyo brindado en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

Dr. **Tomás Padilla** por su valiosa asesoría, revisión y colaboración en el presente trabajo de investigación.

Ing. Agr. **Carlos López** por su amistad y valiosa colaboración en la realización en el presente trabajo de investigación.

Ing. **Thomas Henry**, Ing. **Obdulio Cotuc** por brindarme la oportunidad y apoyo para realizar mi EPS en Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

Arqta. **Diana Osorio**, por su amistad y valiosa colaboración en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

Ing. Agr. **Edgar de León**, Por su valiosa asesoría y seguimiento en el proceso de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Página

ÍNDICE DE CONTENIDO……. i
ÍNDICE DE FIGURAS……... vi
ÍNDICE DE CUADROS …… viii
RESUMEN ..…… ix

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 1
DIAGNÓSTICO “IMPACTO EN EL RÍO PLATANITOS POR COMUNIDADES ADYACENTES AL CAUCE PRINCIPAL” 1
1.1 PRESENTACIÓN 3
1.2 MARCO REFERENCIAL 4
1.2.1 Densidad poblacional 4
1.2.2 Alcantarillado y drenaje 4
1.2.3 Desechos sólidos 4
1.2.4 Usos del suelo 4
1.2.5 Estudios de calidad de agua 5
1.3 OBJETIVOS 6
1.3.1 General 6
1.3.2 Específicos 6
1.4 METODOLOGÍA 7
1.4.1 Fase inicial de gabinete 7
1.4.1.1. Consulta de información 7
1.4.1.2. Análisis de información 7
1.4.2 Fase de campo 7
1.4.2.1 Recorrido del cauce principal del río 7
1.4.3 Fase de Análisis 7
1.4.3.1 Identificación de necesidades y soluciones 7

Página

1.5 RESULTADOS 8
1.5.1 Identificación de usos principales del río platanitos 8
1.5.1.1. Visita parte alta 8
1.5.1.2. Visita Parte baja: 9
1.5.2 Problemática en el cauce principal del río Platanitos 10
1.5.3 Propuesta de solución a problemática identificada 10
1.6 CONCLUSIONES 13
1.7 BIBLIOGRAFÍA 14
CAPÍTULO II 15
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A. 15
2.1 PRESENTACIÓN 17
2.2 MARCO TEÓRICO 19
2.2.1. Marco conceptual 19
2.2.1.1. Microcuenca hidrográfica 19
2.2.1.2. Diagnóstico 19
2.2.1.3. Diagnóstico ambiental 20
2.2.1.4. Sistemas de información geográfica (SIG) 20
2.2.1.5. Productos de un diagnóstico ambiental de una microcuenca 21
2.2.1.6. Caracterización biofísica 21
2.2.1.7. Calidad de agua superficial 21
2.2.1.8. Caracterización socioeconómica 22
2.2.1.9. Zonas de recarga hídrica 23
2.2.1.10. Balance hídrico de suelos 23
2.2.1.11. Metodología de cálculo de la recarga potencial mediante un balance hídrico de suelos 23
2.2.1.12. Zonificación ambiental 24
2.2.1.13. Categorías de clasificación de las zonas por su uso 25
2.2.2. Marco referencial 26
2.2.2.1. Ubicación geográfica 26

Página

2.2.2.2. Morfometría 27
2.2.2.3. Geología 29
2.2.2.4. Estratigrafía 29
2.2.2.5. Fallas geológicas 30
2.2.2.6. Fisiografía 31
2.2.2.7. Zonas de vida 32
2.2.2.8. Suelos 32
2.2.2.9. Crecimiento urbano 33
2.2.2.10. Vivienda 33
2.3 OBJETIVOS 34
2.3.1. Objetivo general 34
2.3.2. Objetivos específicos 34
2.4 METODOLOGÍA 35
2.4.1. Caracterización de la microcuenca del río Platanitos 35
2.4.1.1. Recolección de información 35
2.4.1.2. Caracterización de aspectos socioeconómicos 35
2.4.1.3. Caracterización de aspectos ambientales 37
2.4.2. Diagnóstico ambiental 40
2.4.3. Zonificación ambiental 40
2.4.3.1. Generación de unidades homogéneas 40
2.4.3.2. Clasificación de las zonas 40
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42
2.5.1. Caracterización de la microcuenca del río Platanitos 42
2.5.1.1. Aspectos socioeconómicos 42
2.5.1.2. Aspectos ambientales 52
2.5.1.3. Aspectos biofísicos 61
2.5.2. Diagnóstico ambiental 81
2.5.3. Zonificación ambiental 85
2.5.3.1. Indicadores para la generación de unidades homogéneas 86

Página

2.5.3.2. Clasificación de las zonas 88
2.6 CONCLUSIONES 92
2.7 RECOMENDACIONES 93
2.8 BIBLIOGRAFÍA 94
2.9 ANEXOS 99
2.9.1. Caracterización biofísica 99
2.9.1.1. Zonas de vida de la microcuenca 99
2.9.2. Manejo de aguas residuales 100
2.9.2.1. Sistemas de tratamiento dentro de la microcuenca 100
2.9.3. Balance hídrico de suelos 101
2.9.3.1. Zonas homogéneas para análisis 101
2.9.4. Fotografías de campo 102
2.9.4.1. Recorrido del cauce principal 102
2.9.4.2. Plantas de tratamiento 106
CAPÍTULO III 109
SERVICIOS REALIZADOS EN MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR 109
3.1. PRESENTACIÓN 111
3.2. OBJETIVO GENERAL 112
3.3. SERVICIOS PRESTADOS 112
3.3.1. SERVICIO I: PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS. 112
3.3.1.1. Objetivos 112
3.3.1.3. Resultados 113
3.3.1.4. Evaluación 113
3.3.2. SERVICIO II: PROPUESTA DE CONEXIÓN DE ÁREAS VERDES EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA 114
3.3.2.1. Objetivos 114
3.3.2.2. Metodología 114
3.3.2.3. Resultados 115
3.3.2.4. Evaluación 115

Página

3.3.3. SERVICIO III: CAPACITACIÓN A COMPAÑEROS DE EPS EN EL USO DEL SOFTWARE QGIS 116
3.3.3.1. Objetivos 116
3.3.3.2. Metodología 116
3.3.3.3. Resultados 117
3.3.3.4. Evaluación 117
3.4. CONCLUSIONES 118
3.5. RECOMENDACIONES 119
3.6. BIBLIOGRAFÍA 120
3.7. ANEXOS 121
3.7.1. Propuesta de lineamientos de manejo ambiental 121
3.7.2. Propuesta de conexón de áreas verdes 123
3.7.3. Capacitación SIG 124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura **Página**

Figura 1 Diagrama del árbol de problemas. 11
Figura 2 Diagrama del árbol de objetivos. 12
Figura 3. Localización de la microcuenca río Platanitos. 26
Figura 4. Mapa de elevación de la microcuenca río Platanitos. 27
Figura 5. Principales corrientes dentro de la microcuenca. 28
Figura 6. Geología de la microcuenca río Platanitos. 30
Figura 7. Perfil hidrogeológico microcuenca río Platanitos. 31
Figura 8. Gran paisaje de la microcuenca río Platanitos. 32
Figura 9. Gráfica del cálculo de edad de la población en la microcuenca. 44
Figura 10. Gráfica resumen de población escolar. 45
Figura 11. Gráfica resumen de establecimientos dentro de la microcuenca. 46
Figura 12. Ubicación de centros educativos públicos en la microcuenca río Platanitos. 47
Figura 13. Ubicación de equipamiento de salud en la microcuenca río Platanitos. 48
Figura 14. Mapa de polos de desarrollo municipio de Villa Nueva. 52
Figura 15. Focos de contaminación y degradación ambiental en la microcuenca río Platanitos. 53
Figura 16. Comparación de la temperatura en los desfogues identificados. 56
Figura 17. Comparación de la DBO Y DQO en los desfogues identificados. 57
Figura 18. Carga de sólidos en los desfogues identificados. 58
Figura 19. Cargas de nitrógeno y fósforo en los desfogues identificados. 58
Figura 20. Potencial de hidrógeno en los desfogues identificados. 59
Figura 21. Coliformes fecales en los desfogues identificados. 60
Figura 22. Población tributaria a los desfogues. 60
Figura 23. Comparación del color del agua del agua de los desfogues. 61
Figura 24. Climadiagrama microcuenca del río Platanitos. 63
Figura 25. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas en la microcuenca río Platanitos. 64
Figura 26. Mapa de clasificación de pendientes en la microcuenca río Platanitos. 65
Figura 27. Mapa de clasificación de profundidad efectiva del suelo en la microcuenca río Platanitos. 66
Figura 28. Mapa de geoformas de la microcuenca del río Platanitos. 68
Figura 29. Uso actual de la tierra. 69
Figura 30. Mapa de uso actual de la tierra de la microcuenca del río Platanitos. 71
Figura 31. Mapa de capacidad de uso de la tierra de la microcuenca del río Platanitos. 73
Figura 32. Intensidad de uso de la tierra. 74
Figura 33. Mapa de Intensidad de Uso de la tierra de la microcuenca del río Platanitos. 75
Figura 34. Mapa de zonificación de recarga hídrica potencial de la microcuenca del río Platanitos. 78

Página

Figura 35. Mapa de zonificación de amenazas de la microcuenca del río Platanitos..... 80
Figura 36. Mapa de zonificación ambiental de la microcuenca del río Platanitos..... 87
Figura 37A. Mapa de la delimitación de zonas para el cálculo del balance hídrico de suelo..... 101
Figura 38A. Parte alta de la microcuenca, Piedras Moradas Villa Nueva. 102
Figura 39A. Parte alta de la microcuenca, Piedras Moradas Villa Nueva. 102
Figura 40A. Manantial, parte alta de la microcuenca. 102
Figura 41A. Río Platanitos, parte alta de la microcuenca..... 102
Figura 42A. Drenaje de agua residual de Santa Lucía M.A. al río Platanitos. 103
Figura 43A. Manantial de abastecimiento municipal. 103
Figura 44A. Río Platanitos, Piedras Moradas y Pelo Hueco. 103
Figura 45A. Río Platanitos, inicio parte media de la microcuenca..... 103
Figura 46A. Caída de agua, parte alta de la microcuenca. 104
Figura 47A. Río Platanitos, Venecia Villa Nueva..... 104
Figura 48A. Río Platanitos, Venecia Villa Nueva..... 104
Figura 49A. Río Platanitos, parte baja de la microcuenca..... 104
Figura 50A. Río Platanitos, parte baja de la microcuenca..... 105
Figura 51A. Quinel Bárcenas, Villa Nueva. 105
Figura 52A. Río Platanitos, San Miguel Petapa. 105
Figura 53A. Basurero clandestino y en recuperación, San José la Laguna. 105
Figura 54A. Planta de tratamiento ENCA, oxigenación del agua. 106
Figura 55A. Planta de tratamiento ENCA, desarenadores. 106
Figura 56A. Planta de tratamiento San Luis, tratamiento de lodos..... 106
Figura 57A. Planta de tratamiento Mercado nuevo, secado de lodos. 106
Figura 58A. Planta de tratamiento Mercado Nuevo, oxigenación del agua. 107
Figura 59A. Planta de tratamiento ENCA, biodigesto..... 107
Figura 60A. Mapa de delimitación, clasificación y ubicación de áreas verdes en el municipio de Villa Nueva 123
Figura 61A. Mapa de selección de áreas de conexión 123
Figura 62A. Resolución de dudas en la capacitación. 124
Figura 63A. Explicación práctica en la capacitación..... 124
Figura 64A. Productos generados en el curso de capacitación..... 125
Figura 65A. Explicación práctica en la capacitación..... 125

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO **Página**

Cuadro 1. Unidades de uso de la tierra por localidades de la microcuenca río Platanitos 5
Cuadro 2. Parámetros para calidad de agua. 22
Cuadro 3. Aspectos morfométricos de la microcuenca río Platanitos. 28
Cuadro 4. Crecimiento urbano de la microcuenca río Platanitos. 33
Cuadro 5. Matriz de análisis estructural de situaciones. 40
Cuadro 6. Categorías, unidades de manejo para la zonificación ambiental. 40
Cuadro 7. Población dentro de la microcuenca. 42
Cuadro 8. Cálculo de la población según el género. 43
Cuadro 9. Cálculo de población escolar dentro de la microcuenca. 44
Cuadro 10. COCODES que pertenecen al municipio de Villa Nueva. 50
Cuadro 11. Ubicación de los principales basureros clandestinos. 54
Cuadro 12. Datos meteorológicos para la microcuenca del río Platanitos 2017-2018. 62
Cuadro 13. Distribución del territorio por su uso actual. 70
Cuadro 14. Cuadro resumen del cálculo de recarga hídrica potencial por zona. 77
Cuadro 15 Identificación de las principales problemáticas en la microcuenca del río Platanitos. 82
Cuadro 16. Simbología para clasificación de zonas homogéneas. 85
Cuadro 17A. Propuesta de lineamientos de manejo ambiental. 121

REESUMEN

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

El siguiente informe corresponde al trabajo de graduación que se realizó como parte del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Facultad de Agronomía de la universidad San Carlos de Guatemala en la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur -MGCS- Villa Nueva, Guatemala, Guatemala. C.A.

El Capítulo I corresponde al diagnóstico inicial del impacto en el río Platanitos por comunidades adyacentes a este recurso hídrico, en donde se determinó de una manera general un análisis sobre la situación ambiental, el potencial y las características principales correspondientes a este territorio, ubicado principalmente en los municipios de Villa Nueva y San Miguel Petapa del departamento de Guatemala.

En el Capítulo II se desarrolla la investigación realizada en la microcuenca del río Platanitos en donde se presenta un método de zonificación ambiental a una escala semidetallada para esta clase de territorios periurbanos, basándose en un diagnóstico de territorio de acuerdo al análisis de las características socioeconómicas, ambientales y biofísicas. Generando como resultado un diagnóstico y la zonificación ambiental para este territorio.

El diagnóstico realizado nos demuestra que la problemática medular es la importancia de impulsar el ordenamiento y planificación del territorio, frente a la creciente degradación de los recursos naturales, así gestionar las acciones necesarias para establecer un plan de manejo correspondiente a las características ambientales y sociales del territorio.

Esta zonificación ambiental generó una categorización clara y específica, presentando unidades de manejo con sus características y aptitudes territoriales, lo que condescienda a los principales actores, sociales y políticos, a tomar decisiones y acciones que encaminen a la recuperación y conservación ambiental de la microcuenca del río Platanitos.

En el Capítulo III se dan a conocer los resultados obtenidos en el proceso y desarrollo del EPS realizado en la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, en donde se brindó apoyo en distintas actividades en busca de aportar en los procesos de ordenamiento y planificación de las municipalidades asociadas.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO “IMPACTO EN EL RÍO PLATANITOS POR COMUNIDADES ADYACENTES AL CAUCE PRINCIPAL”

1.1 PRESENTACIÓN

Uno de los servicios ecosistémicos de las microcuencas es el agua para uso de las personas, se trata de garantizar un buen manejo del territorio, para lograr agua en cantidad, calidad y disponibilidad durante todo el tiempo. Pero para lograr esto se requieren condiciones tanto naturales, como acciones que las personas deben realizar en las microcuencas. (Faustino, 2014, p.16)

Es importante tener presente que en una microcuenca todos sus aspectos están relacionados de una u otra manera, claro es que el uso de la tierra y los cambios de uso producen cierta alteración en las fuentes de agua superficial, en cantidad y calidad. Un claro ejemplo de esto es el efecto de la deforestación en donde podemos encontrar dos tipos de problemas, dificultad en el proceso de infiltración del agua por la impermeabilidad del suelo, cuando el uso cambia a urbanización, y la contaminación por el arrastre de restos que produce la agricultura en el uso de nutrientes y pesticidas. (Morales et al., 2014)

Por otro lado, la falta de planificación en el territorio y el acelerado incremento de población provocan, que gran parte de la población descarte sus residuos domésticos directamente en las fuentes de agua superficiales, siendo este el caso del río Platanitos en Villa Nueva.

En este documento se presenta la información recolectada y enfocada en los usos principales de la tierra en la cuenca del río Platanitos por las comunidades adyacentes y el diagnóstico de esta problemática, determinando la necesidad del control y manejo de estos usos; para ello, además de conocer y analizar el contexto y las situaciones adversas del territorio, se plantea desarrollar propuestas que busquen además de la regeneración, conservación y protección de los recursos naturales, mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Por medio de las visitas de campo se identificaron los principales usos del río por las comunidades adyacentes, encontrando que el uso del río como medio y depósito de las aguas residuales provenientes principalmente de los domicilios es el mayor impacto ambiental identificado, seguido del cambio de uso de la tierra y degradación del suelo.

Se identifican como problema central, la contaminación del río platanitos por el uso incorrecto del recurso hídrico y de la tierra por las comunidades adyacentes. Lo anterior dio paso a definir como objetivo principal de solución, la importancia de mejorar la calidad del río Platanitos principalmente por medio de la implementación de planes de manejo ambiental de la microcuenca basado en diagnósticos de los aspectos socio-ambientales y la propuesta de reforestación y conectividad de áreas verdes.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Densidad poblacional

El crecimiento de la población y del número de comunidades que utilizan el río Platanitos con diferentes intereses, tiene un alto impacto en su ecosistema y composición. Según estudios realizados en el área de la microcuenca de este río, demuestran que para el año 2013 el área ocupada por la población es de 28.59 % del área total del territorio, según estos datos la tasa de crecimiento ha aumentado con los años (Ibáñez, 2015).

1.2.2 Alcantarillado y drenaje

A lo largo del río Platanitos se han encontrado drenajes directos, que descargan aguas residuales, principalmente estos casos se concentran en Villa Nueva y en San Miguel Petapa, este último municipio no cuenta con sistema de drenaje entubado, solamente con pozos de absorción, entonces muchas de las aguas provenientes de domicilios, así como el agua de lluvia, va directamente al río Platanitos. (Ibáñez, 2015)

1.2.3 Desechos sólidos

En el estudio realizado por Ibáñez en el año 2015, se determinó que cada persona genera aproximadamente 0.6 Kg de basura al día. Existe mayor susceptibilidad al incremento del número de vertederos de basura irregulares, en la parte alta del cauce principal del río, debido a que es un terreno más accidentado.

1.2.4 Usos del suelo

Según la información que se presenta en el cuadro 1, la cobertura vegetal predominante en la parte alta de la cuenca corresponde al siguiente orden, bosque mixto, agricultura permanente y uso urbano; en la parte media: agricultura permanente, uso urbano y pastizales: y en la parte baja: uso urbano, la agricultura anual y agricultura permanente.

Cuadro 1. Unidades de uso de la tierra por localidades de la microcuenca río Platanitos

Uso de la tierra	Porcentaje
Agricultura anual	6.92
Pastizales	2.85
Agricultura permanente	8.77
Urbano	1.75
Bosque mixto	17.45
Total parte alta	**37.79**
Agricultura anual	2.82
Pastizales	1.75
Agricultura permanente	4.72
Urbano	2.43
Bosque mixto	2.60
Total parte media	**14.48**
Agricultura anual	9.15
Pastizales	3.77
Agricultura permanente	7.71
Urbano	21.88
Bosque mixto	5.20
Total parte baja	**47.74**

Fuente: Morales et al., 2014.

1.2.5 Estudios de calidad de agua

El estudio técnico de calidad de agua por desfogues en Villa Nueva comprende al análisis de laboratorio de aspectos fisicoquímicos y bacteriológicos de 16 puntos, incluyendo en estos la entrada y salida del río al Municipio de Villa Nueva, este estudio se realizó en el año 2015, por la Municipalidad de Villa Nueva a través del Ing. Agr. Edgar de León. Los puntos son representativos de las fuentes de mayor concentración de contaminación que se representan como desfogues.

Según los resultados de laboratorio, se puede considerar que la contaminación del río va en aumento conforme a su recorrido, ya que conforme el agua desciende de la parte alta los valores de los parámetros tanto fisicoquímicos como bacteriológicos van aumentando, pese a la consideración que explica que, a través del movimiento del agua por la pendiente, el río se oxigena y es sometido a un filtrado natural del agua. Esto debido a que es en la parte media y baja en donde hay mayor concentración de desfogues, por lo tanto, mayor concentración de contaminantes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Determinar el impacto que las comunidades adyacentes al cauce principal del río Platanitos, tienen sobre el recurso hídrico.

1.3.2 Específicos

- Identificar principales usos del río Platanitos por las comunidades adyacentes a través de visitas de campo.

- Identificar la problemática encontrada a través del análisis de la información consultada y observada en campo.

- Definir posibles soluciones a la problemática identificada.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fase inicial de gabinete

1.4.1.1. Consulta de información

Se consultó y recolectó información sobre estudios realizados en el río Platanitos y se solicitó información por medio de una entrevista al encargado de la dirección municipal de Planificación del municipio de Villa Nueva.

1.4.1.2. Análisis de información

Se analizó y organizó la información colectada que se describe en el marco referencial de este documento.

1.4.2 Fase de campo

1.4.2.1 Recorrido del cauce principal del río

Se realizaron visitas de campo para hacer un reconocimiento de distintos puntos del cauce principal del río platanitos, identificando las principales problemáticas e interacciones de este recurso con las comunidades adyacentes.

1.4.3 Fase de Análisis

1.4.3.1 Identificación de necesidades y soluciones

Se priorizaron los problemas identificados, se establecieron las causas y efectos del problema priorizado por medio de la metodología de árbol de problemas y se determinaron las posibles soluciones que puedan contrarrestar los efectos del problema priorizado por medio de un árbol de objetivos.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Identificación de usos principales del río platanitos

1.5.1.1. Visita parte alta

La parte alta de la microcuenca del río Platanitos se encuentra ubicada principalmente en los municipios de Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas y el sector noroeste del municipio de Villa Nueva; donde encontramos mayor concentración de áreas verdes, esto debido a las altas pendientes y a la topografía del territorio. Área en donde nacen las corrientes que forman el cauce natural del río Platanitos. Además de estas corrientes naturales, en la parte baja el caudal de río aumenta debido al desfogue de aguas residuales, alterando sus características fisicoquímicas y biológicas.

En la parte alta el recorrido se realizó en un área verde reconocida por las comunidades cercanas como Piedra Morada, en este lugar se localizan la mayoría de manantiales que son explotados por la municipalidad y algunos pobladores de las cercanías de esta área; estos nacederos forman la corriente que se une con otro cauce proveniente un área conocida como Palo Hueco, corriente perenne también formada por manantiales en la parte más alta. Estas corrientes se unen al río Mashul, el cual drena directamente en el cauce principal formando el río Platanitos.

Conecta con el río Mashul un drenaje de agua residual considerado como uno de los primeros en alterar las características del recurso en la parte alta, este es originario de Santa Lucía Milpas Altas, con un caudal aproximado de 300 gal/min en época lluviosa.

Como se menciona, en la parte alta encontramos altas pendientes; específicamente en el área de Piedras Moradas se presentan constantemente corrimientos de tierra, como consecuencia ha inhabilitado cajas de extracción y conducción de agua de los nacederos así como fracturación en las tuberías de trasporte, para ello las medidas que se toman no son de prevención, más bien de corrección en el momento que esto sucede, provocando que esta clase de problemas se dé continuamente principalmente en épocas donde la precipitación es mayor y más constante.

1.5.1.2. Visita Parte baja:

El recorrido en la parte baja se hizo en puntos concretos, con el objetivo de observar y reconocer las principales características del río Platanitos y las alteraciones y cambios que se observan en los diferentes puntos.

La parte baja se ubica al noroeste de la aldea Bárcenas, hasta el puente Platanitos ubicado en San Miguel Petapa, en donde la corriente del río Platanitos se une al río Villa Lobos. Es en esta parte donde ocurre la concentración de descargas de agua residual y por esta razón también en esta parte donde se localizan la mayoría de plantas de tratamiento de agua residual que descargan sus aguas tratadas en la corriente de este río.

En el primer punto visitado ubicado en el puente El Tablón, se observó que el agua de esta corriente aún se muestra con características naturales, a pesar que a este punto ya han ingresado aguas contaminadas en la parte alta; esto se explica, por la oxigenación que se da como proceso natural del río, la velocidad causada por la diferencia de altura y el choque con las rocas de aluvión. En este punto se identificaron tuberías de extracción de agua, suponiendo que estas son destinadas para riego además de algunas tuberías de drenaje.

La planta de tratamiento ubicada en la Escuela Nacional Central de Agricultura" –ENCA-, se encarga de tratar las aguas residuales provenientes de la Aldea Bárcenas; cuenta con un desarenador, una trampa de grasa, tanque de aeración, clarificador y por último dos biodigestores, para luego extraer los lodos para su secado, los cuales son utilizados en actividades agrícolas. La Carga de contaminantes que llegan a la planta ha incrementado con el tiempo; se han identificado aguas residuales provenientes de alguna granja porcina, debido que se han encontrado restos de excremento de este origen.

En los siguientes puntos visitados, se observó que el caudal aumento considerablemente, debido a que la corriente ha pasado por la parte más concentrada de población en el municipio de Villa Nueva y por ende en donde se localizan mayores caudales de las aguas residuales que desfogan en el río Platanitos, haciéndose notable el aumento de mal olor y el cambio de color del agua.

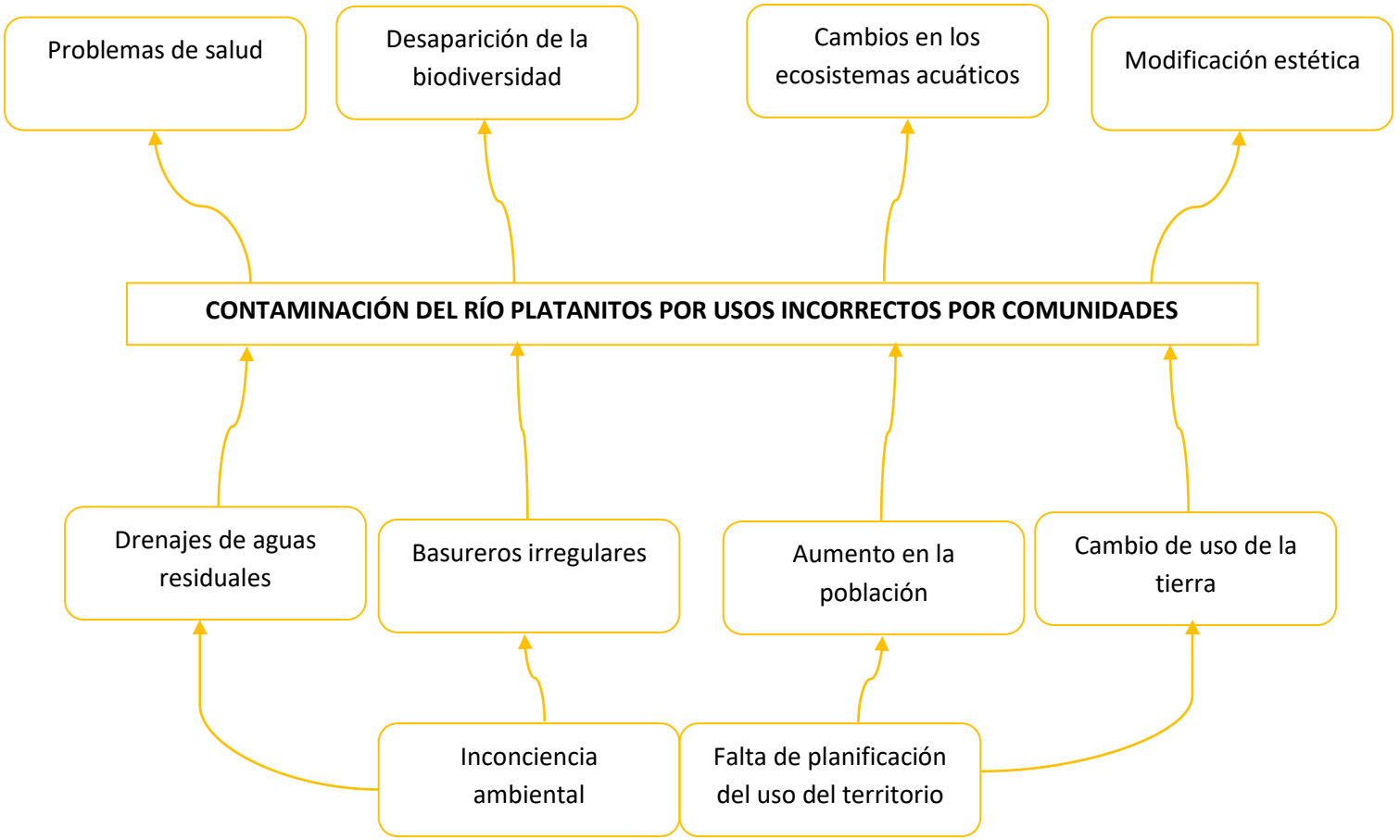
En la microcuenca del río Platanitos existen un total de doce plantas de tratamiento, de las cuales cuatro de estas son municipales. Estas plantas municipales incluida la planta de tratamiento ENCA son de tratamiento secundario.

1.5.2 Problemática en el cauce principal del río Platanitos

Como conflicto central en el árbol de problemas (figura 1), se identifica el uso incorrecto del río Platanitos y de los recursos que forman parte de este límite natural, siendo consecuencia de múltiples factores como lo es el cambio acelerado del uso de la tierra con fines que involucran principalmente la impermeabilización del suelo, la contaminación con desechos líquidos y sólidos dirigidos a la corriente del río por distintas fuentes, y sobre todo la demanda de bienes y servicios por el aumento de la población, generando como efectos, cambios en la biodiversidad en la flora y fauna de las áreas verdes del territorio, cambios en el ecosistema acuático de la cuenca del lago Amatitlán, modificación de la estética del paisaje así como problemas en la salud y el bienestar de las comunidades aledañas.

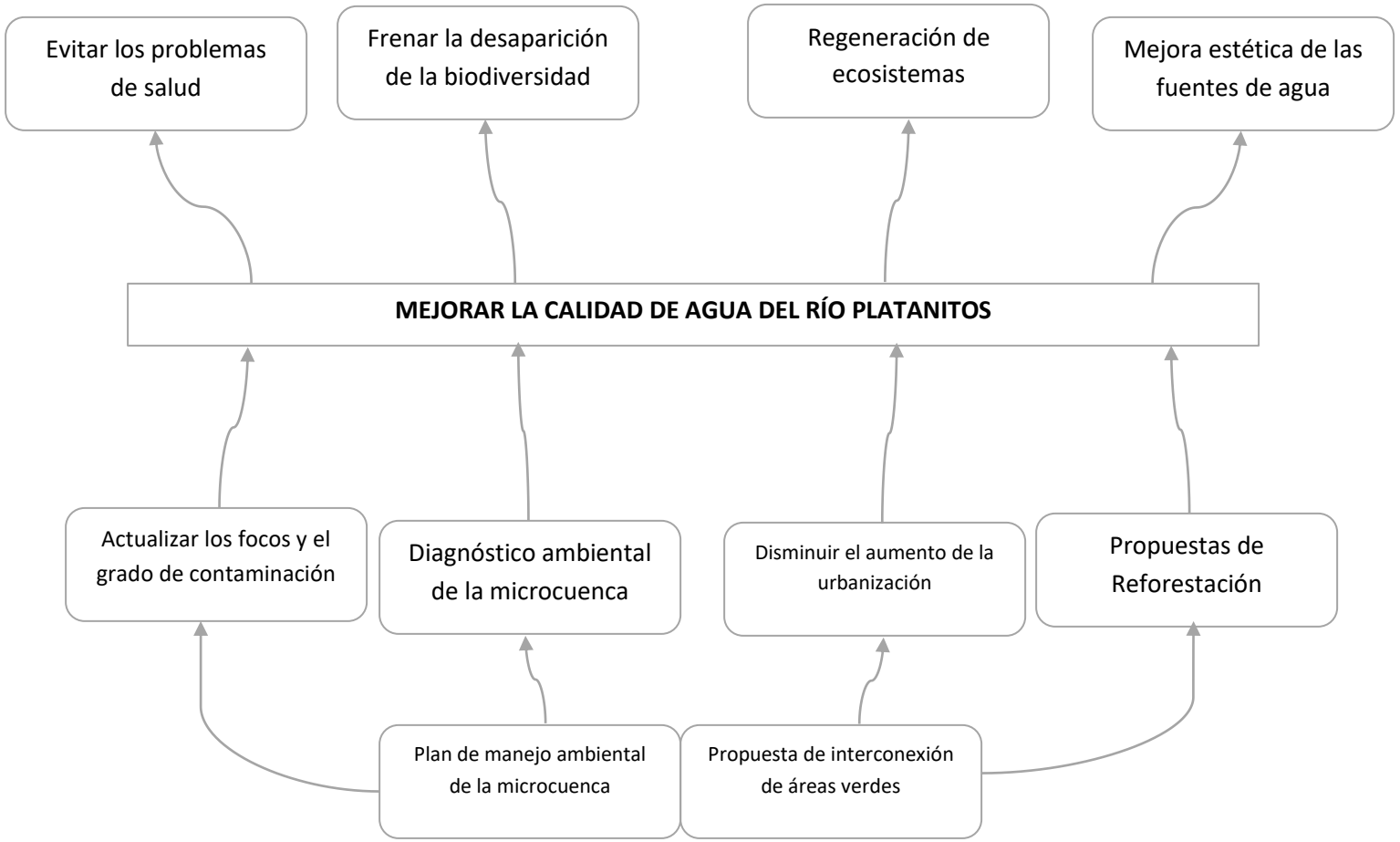
1.5.3 Propuesta de solución a problemática identificada

Con el interés de cumplir con el objetivo principal y con cada uno de los fines establecidos en el diagrama de árbol de objetivos (figura 2), se determinaron las principales acciones que permitirán contribución y modificación de la situación actual en el uso del recurso hídrico del río Platanitos, la creación de un plan de manejo ambiental de la microcuenca, para lo cual como parte previa y necesaria se debe realizar un diagnóstico del territorio, tomando en cuenta los principales aspectos que influyen para la determinación de acciones; y la elaboración de una propuesta de interconexiones de áreas verdes, áreas en donde se llevarán a cabo proyectos de reforestación.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 1 Diagrama del árbol de problemas.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 2 Diagrama del árbol de objetivo

1.6 CONCLUSIONES

1. Se encontraron los principales usos del río Platanitos por los habitantes del área, identificando por medio de visitas de campo, que principalmente se utiliza como medio y disposición de aguas residuales, muchos de los drenajes de aguas residuales están directamente liberando sus desechos líquidos al cause principal, en donde los focos de desechos sólidos también llegan a impactar y a contribuir en la contaminación de este recurso. Los nacimientos ubicados en la parte alta, son aprovechados tanto por la municipalidad de Villa Nueva para distribución de agua potable, como los pobladores cercanos a esta área. El caudal del río Platanitos aumenta considerablemente conforme desciende debido a que muchos de los poblados aledaños e industrias vierten sus desechos líquidos sin ser tratados previamente.

2. De acuerdo a los principales usos reconocidos en el recorrido del río y a través del análisis de información secundaria, se identifica como problemática central, el uso incorrecto de este recurso, generando efectos a corto y largo plazo. Entre los cuales se mencionan, los cambios en la biodiversidad en la flora y fauna de las áreas verdes del territorio, cambios en el ecosistema acuático de la cuenca del lago Amatitlán, modificación de la estética del paisaje, y problemas en la salud y el bienestar de las comunidades aledañas.

3. Se definieron los medios principales para contribuir a la disminución del impacto ambiental identificado en el río Platanitos, la creación de un plan de manejo ambiental de la microcuenca y elaboración de una propuesta de interconexiones de áreas verdes.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Arteaga, C; González, M. 2001. Diagnóstico. En desarrollo comunitario. México, UNAM (en línea). Consultado 15 ago. 2017. Disponible en http://trabajosocialmazatlan.com/multimedia/files/InvestigacionPosgrado/Diagnostico%20Carlos%20Arteaga.pdf

2. Ibáñez López, SM. 2015. Caracterización ambiental de la microcuenca del rio Platanitos de la subcuenca del rio Villa Lobos, municipalidad de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Tesis Inga. Agra. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 117 p. Disponible en http://www.repositorio.usac.edu.gt/2533/1.hassmallThumbnailVersion/SOFIA%20MAYARI%20IBA%C3%91EZ%20LOPEZ.pdf

4. Municipalidad de Villa Nueva, Guatemala. 2017. Estudio técnico acuerdo gubernativo 236-2006. Villa Nueva, Guatemala. 188 p.

5. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación de la Presidencia, Guatemala). 2013. Manual de Formulación de Proyectos. Guatemala. 57 p.

6. Vanegas-Chacón, E. 2014. Uso de la tierra y calidad del agua superficial en la cuenca periurbana rio Platanitos, Guatemala. Ingeniería Agrícola, 4 (4). pp. 19-23.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La existencia de una amplia variedad de ecosistemas en el país, constituye la base de una oferta natural en materia de bienes y servicios. Esta riqueza de recursos naturales, combinada con sus características socioeconómicas define oportunidades de desarrollo para el bienestar de su población. No obstante, para el uso de estos bienes y servicios, se han considerado poco los criterios de sostenibilidad. Esto ha dado origen a una serie de problemas que afectan al Sistema Biofísico Nacional, dentro del cual se enmarca el Sistema Hidrográfico Nacional (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2006).

El departamento de Guatemala se ve ampliamente influenciado y afectado por el aumento y expansión de la población (3,489,142 personas según estimación del Instituto Nacional de Estadística (INDE) 2018), provocando la concentración principalmente en el área urbana, de aproximadamente 359 km^2 (MAGA, 2010), entendiendo que estas zonas además sufren de problemas de contaminación generados por las mismas actividades que se realizan en el territorio. Toda esta situación se ve reflejada en la red hídrica del departamento, que es notablemente influenciada por una urbanización que propicia la explotación, contaminación y degradación de los recursos naturales dentro de la microcuenca.

Según la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA), la cuenca del lago de Amatitlán posee una extensión de 381.31 km^2, localizándose dentro de los catorce municipios de los cuales ocho forman parte del Departamento de Guatemala, y siete forman parte de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (Ciudad de Mixco, Villa Nueva, Santa Catarina Pinula, Ciudad de Guatemala, Amatitlán, Villa Canales y San Miguel Petapa), siendo estos los que tienen una influencia directa en el lago.

La microcuenca del río Platanitos pertenece a la subcuenca del río Villa Lobos, cuenca del lago de Amatitlán, abarca cuatro municipios, Villa Nueva y San Miguel Petapa del departamento de Guatemala; Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez, que, de su área total (58 km^2), el mayor porcentaje de territorio pertenece al municipio de Villa Nueva 76 %, siendo el segundo municipio con más crecimiento urbano e industrial de Guatemala.

Se observa en el territorio que el crecimiento urbano e industrial se da de manera desmedida y desordenada, llevando principalmente a una constante y creciente degradación de los recursos naturales del territorio, situación reflejada en las necesidades de la población beneficiaria de estos recursos, afectando consecuentemente en su calidad de vida.

La creciente demanda de servicios y ocupación del territorio por la población que forma parte de esta microcuenca, conlleva a la explotación de los recursos naturales, ejemplo de esto es la situación respecto al servicio de abastecimiento de agua potable, en donde debido al agotamiento en cantidad y calidad de agua superficial, por esta misma explotación, ha llevado al aprovechamiento de las aguas subterráneas sin ningún control o regulación.

Si bien existe información de estudios o caracterizaciones previas realizadas en la microcuenca, estos no se han integrado a manera de generar una base sólida, a partir de la cual se puedan proponer soluciones que contrarresten y prevengan la acelerada degradación y contaminación de los recursos naturales de la microcuenca del río Platanitos.

La zonificación ambiental es una herramienta integral que permite la clasificación de problemas o situaciones adversas, ubicadas en un espacio geográfico, facilitando el análisis de información, con el objetivo de presentar un panorama categorizado en la búsqueda de soluciones.

Para responder a las necesidades de la población y mantener un buen uso del territorio es necesario utilizar este tipo de herramientas, que propongan una armonía entre la oferta de recursos naturales y la demanda de la población, llevando por medio de lineamientos técnicos a una gestión de los recursos naturales involucrando a las autoridades locales y actores sociales, que son los que toman decisiones sobre esta área de estudio.

La zonificación ambiental pretende ser una propuesta de ordenación y manejo de la microcuenca, una propuesta dinámica y flexible. La propuesta de zonificación debe ser actualizada y revisada constantemente, entendiendo que la dinámica social es un factor importante que funciona y cambia constantemente dentro del territorio de estudio, además de eventualidades relacionadas con el cambio climático, catástrofes de tipo natural y las actuaciones políticas y administrativas que tienen influencia directa en las acciones e intervenciones para las distintas fases de manejo.

Para realizar este estudio fue indispensable la utilización de Sistemas de Información Geográfica a través del Software (Qgis), información de tipo cartográfica y fotografías satelitales (© 2018 Google); datos de estaciones meteorológicas, datos de características de los suelos del territorio; datos de análisis de aguas residuales; datos del censo nacional 2018 y otra información correspondiente a las características sociales y económicas del territorio.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

2.2.1.1. Microcuenca hidrográfica

Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va hacia el cauce principal de una sub cuenca; es decir que una sub cuenca se forma por el conjunto de microcuencas. Las microcuencas son unidades relativamente pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas o terrenos con pendientes altas. Una microcuenca constituye el territorio adecuado para la planificación de acciones de manejo ambiental. En la práctica, estas delimitaciones hidrográficas se inician en la naciente de los pequeños cursos de agua, uniéndose a las otras corrientes hasta constituirse en la cuenca hidrográfica de un río de gran tamaño (Umaña 2002).

El concepto de la microcuenca debe ser considerado desde un principio como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada (Alatorre 2006).

La microcuenca es el territorio en donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores) (Alatorre 2006).

2.2.1.2. Diagnóstico

Posterior a la realización de una caracterización del territorio, a través de la implementación de diferentes metodologías, recolección de información de distinto origen, trabajo y visitas en campo, se llega a obtener un acumulado de información; lo que requiere su interpretación y análisis para poder integrar cada uno de los aspectos evaluados.

A partir de lo anterior, deben identificarse los problemas o situaciones que encontramos dentro del territorio tomando en cuenta, las relaciones de interdependencia: causas, consecuencias y tendencias. Este proceso es importante ya que de este dependerá la eficiencia y aceptación de las acciones que se lleguen a formular para el manejo del territorio.

2.2.1.3. Diagnóstico ambiental

La elaboración de un diagnóstico ambiental conlleva un conjunto de estudios y análisis enfocados en determinar la situación ambiental en todo ámbito territorial, con el objetivo de proporcionar los elementos suficientes para establecer propuestas de manejo y seguimiento ambiental (MIGAM 2004).

Un diagnóstico ambiental no representa simplemente un inventario de datos obtenidos en la caracterización, sino un análisis correspondiente a la dinámica y el contexto del territorio, que genera criterios y bases para poder clasificar y dimensionar los problemas y las potencialidades del territorio.

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo el conocimiento de la situación ambiental de aspectos sociales, económicos, ambientales y biofísicos del territorio. La realización del diagnóstico ambiental se basa en estudios cuantitativos y cualitativos basados en la percepción social (MIGAM 2004).

El enfoque del diagnóstico ambiental abarca principalmente, dos ámbitos: i) Físico: abarca la totalidad del territorio (sistemas y flujos). ii) Social: abarca la implicación, directa o indirecta de agentes económicos, sociales y ambientales, los cuales intervienen en el sistema natural del territorio (MIGAM 2004).

2.2.1.4. Sistemas de información geográfica (SIG)

El termino SIG se refiere principalmente a una serie o conjunto de actividades y procesos que buscan la representación espacial de información de un espacio determinado de la tierra, a través de métodos y herramientas funcionando de una manera lógica y ordenada. La información delimitada y georreferenciada como resultado final, puede ser almacenada, trasformada y contener otro tipo de información a través de tablas de atributos, la cual está directamente asociada a la representación gráfica.

El detalle y la precisión de la información generada, dependerá de la información base y de los métodos de aplicación. La información generada en un SIG se clasifica principalmente como modelos de representación, estos pueden ser de dos tipos, vectorial o ráster. Las capas vectoriales son archivos de puntos, líneas o polígonos, formados por vértices los cuales tienen una ubicación específica en el territorio; los archivos de imagen o ráster, a diferencia de los vectoriales, su composición es por medio del conjunto o matriz compuesta de celdas conocidas como píxeles los cuales contienen información.

Los sistemas de información geográfica facilitan diversos procesos laboriosos, permitiendo el manejo de grandes cantidades de información, información con mucha precisión y sin sesgos. También facilitan por medio del análisis, la toma de decisiones en la planificación y/o planeación de los recursos naturales y el ambiente.

2.2.1.5. Productos de un diagnóstico ambiental de una microcuenca

- Conocimiento del estado ambiental del territorio local a partir del cual se pueden realizar propuestas de clasificación de territorio y propuestas de manejo.

- Identificación de incidencias ambientales que afectan al territorio local.

- Conocimiento el contexto y la dinámica de la población que habita en el territorio.

- Proporción de un punto de partida o de bases para posteriores proyectos dentro del territorio.

- Simplificación de la percepción de los problemas ambientales a los actores que influyen en el territorio y permitir la participación ciudadana.

2.2.1.6. Caracterización biofísica

Busca presentar las características propias de la cuenca hidrográfica en sus aspectos físicos y biológicos, representando la magnitud de sus efectos y potencialidades. La determinación descripción del estado de cada uno de estos aspectos que constituyen y forman parte de la microcuenca, dependerá de la metodología y el detalle con que se realice el estudio. Esta caracterización busca la integración de cada uno de estos aspectos para comprender la interacción que existe, así presentar un panorama donde se identifiquen y prioricen las situaciones más representativas del territorio en el ámbito biofísico.

2.2.1.7. Calidad de agua superficial

Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua superficial, que es clasificada, dependiendo su disposición o uso final.

A. Caracterización de una muestra

La determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reúso o lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006).

B. Parámetros de aguas residuales

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales según el Acuerdo Gubernativo 236-2006, se observan en el cuadro 1.

Cuadro 2. Parámetros para calidad de agua.

Parámetros químicos y físicos	
a) Temperatura	k) Cadmio
b) Potencial de hidrógeno	l) Cianuro total
c) Grasas y aceites	m) Cobre
d) Materia flotante	n) Cromo hexavalente
e) Sólidos suspendidos totales	o) Mercurio
f) Demanda biológica de oxígeno	p) Níquel
g) Demanda química de oxígeno	q) Plomo
h) Nitrógeno total	r) Zinc
i) Fósforo total	s) Color
j) Arsénico	t) Coliformes fecales

Fuente: Acuerdo Gubernativo 236-2006.

2.2.1.8. Caracterización socioeconómica

La caracterización socioeconómica permite conocer la realidad de la cuenca, la demanda de la población (rural y urbana), sus problemas, sus necesidades, sus tendencias y el conflicto con la capacidad de carga de la cuenca, y proponer alternativas de solución; debido a que el factor social (hombre y comunidad) son la clave para movilizar las acciones de manejo de cuencas, por ello es necesario realizar una interpretación cuidadosa de las respectivas características socioeconómicas identificando las formas de organización y como es la administración de los recursos naturales, las condiciones sociales y actividades económicas predominantes (Ramakrishna 1997).

2.2.1.9. Zonas de recarga hídrica

Se define como recarga al proceso que ocurre de forma natural, por el cual, se incorpora agua procedente de la infiltración de la lluvia, por aguas superficiales y por la transparencia entre acuíferos. El área donde ocurre la recarga se le llama zona de recarga y por consiguiente son sitios con mayor capacidad de infiltración o con rocas superficialmente permeables (Matus 2009).

Existen zonas que, por sus características, facilitan la infiltración y ofrecen a que se dé una mayor recarga hídrica, dentro de estas, aquellas que por sus particularidades específicas sean susceptibles de disminuir su potencial de recarga hídrica al ser sometidas a un manejo diferente a su capacidad de uso. A estas áreas se les denomina zonas críticas de recarga hídrica (Matus 2009).

2.2.1.10. Balance hídrico de suelos

El potencial de las aguas subterráneas de un acuífero, representa la máxima cantidad de agua a sustraer del acuífero, para que no sea sobreexplotado. Dicho potencial se estima mediante la recarga al acuífero, que se determina conociendo en primer lugar, la fracción de lluvia que es interceptada por el follaje. En segundo lugar, se requiere conocer la infiltración del agua de lluvia hacia el suelo, generada por la precipitación que llega a su superficie. En tercer lugar, se debe realizar un balance de suelos, que nos permita estimar el agua que drena del suelo hacia el acuífero, que se encuentra ubicado debajo del suelo (Schosinsky 2006).

2.2.1.11. Metodología de cálculo de la recarga potencial mediante un balance hídrico de suelos

Esta metodología se ha desarrollado con el propósito de determinar la recarga potencial al acuífero mediante un balance hídrico de suelos. Considera variables que influyen en la recarga de acuíferos, en las cuales encontramos: precipitación mensual, retención pluvial, capacidad de infiltración de los suelos, humedad del suelo, cobertura vegetal, profundidad de las raíces, evapotranspiración real, uso del suelo y pendiente del terreno. Esta metodología tiene un error de recarga menor al ochenta por ciento, en los casos que se ha podido comprobar (Schosinsky 2006).

2.2.1.12. Zonificación ambiental

La zonificación ambiental de una cuenca hidrográfica debe tomar en cuenta todos los elementos biofísicos y sus alteraciones, buscando que cada aspecto se integre positivamente al desarrollo de la misma, con enfoque a mejorar las condiciones de vida de los habitantes del área de estudio, manteniendo balance natural. La base conceptual y metodológica para realizar la zonificación ambiental, busca identificar las unidades de manejo ambiental, cuya caracterización y representación cartográfica conforman la base para la planeación ambiental.

La zonificación ambiental de un territorio se concibe como la división del mismo en zonas homogéneas con base en criterios ambientales, por lo cual se considera como una síntesis de los diagnósticos biofísico, sociocultural y económico y, a la vez, una base para una propuesta de gestión ambiental. Este análisis tiene un manejo diferenciado de las intervenciones y acciones que se recomienden.

La zonificación ambiental busca, a través de la optimización de los usos del territorio en unidades específicas, garantizar una oferta adecuada de bienes y servicios ambientales que respondan a metas comunes identificadas en una determinada región, manteniendo la base natural que soporta el desarrollo con principios de sostenibilidad de muchas de las actividades consideradas como estratégicas para el fortalecimiento de los diferentes modelos económicos (Barbosa 2013).

A. Zonas de protección ambiental

Se refiere a las áreas que deberán ser sometidas a la protección de sus recursos naturales, priorizando el recurso hídrico.

B. Zonas de recuperación ambiental

Áreas que presentan un sobreuso, problemas ambientales intensivos, deforestación y degradación del suelo, por lo cual requieren de una recuperación para su protección.

C. Zonas para el desarrollo socioeconómico sostenible

Áreas que presentan menos riesgo entorno al uso de los recursos naturales, actividades que generan desarrollo socioeconómico a la microcuenca, con sus respectivas normas para prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos a los ecosistemas naturales.

2.2.1.13. Categorías de clasificación de las zonas por su uso

Según el estudio realizado por Idea-UN & Cornade en 2009, establece que cada zona debe definir las posibilidades de usos que puede presentar, clasificándolos según las repercusiones o riesgos que implicaría cada tipo de uso en las zonas identificadas.

A. Uso principal

Uso indicado al que ha sido destinado el área por las características que presenta, generando los mejores resultados en cuanto a su percepción ecológica, económica y social.

B. Usos compatibles

Son usos opcionales que van en la misma dirección, buscando los mismos fines que los usos principales.

C. Usos condicionados

Usos que parcialmente comprende cierto grado de incompatibilidad, por lo que se deben someter a ciertas regulaciones y condicionamientos en su manejo para evitar ciertos riesgos ambientales.

D. Usos prohibidos

Usos que son por completo incompatibles con el uso que se pretende en el área, presentando graves riesgos ambientales, de salud y seguridad para la población que forma parte de la microcuenca.

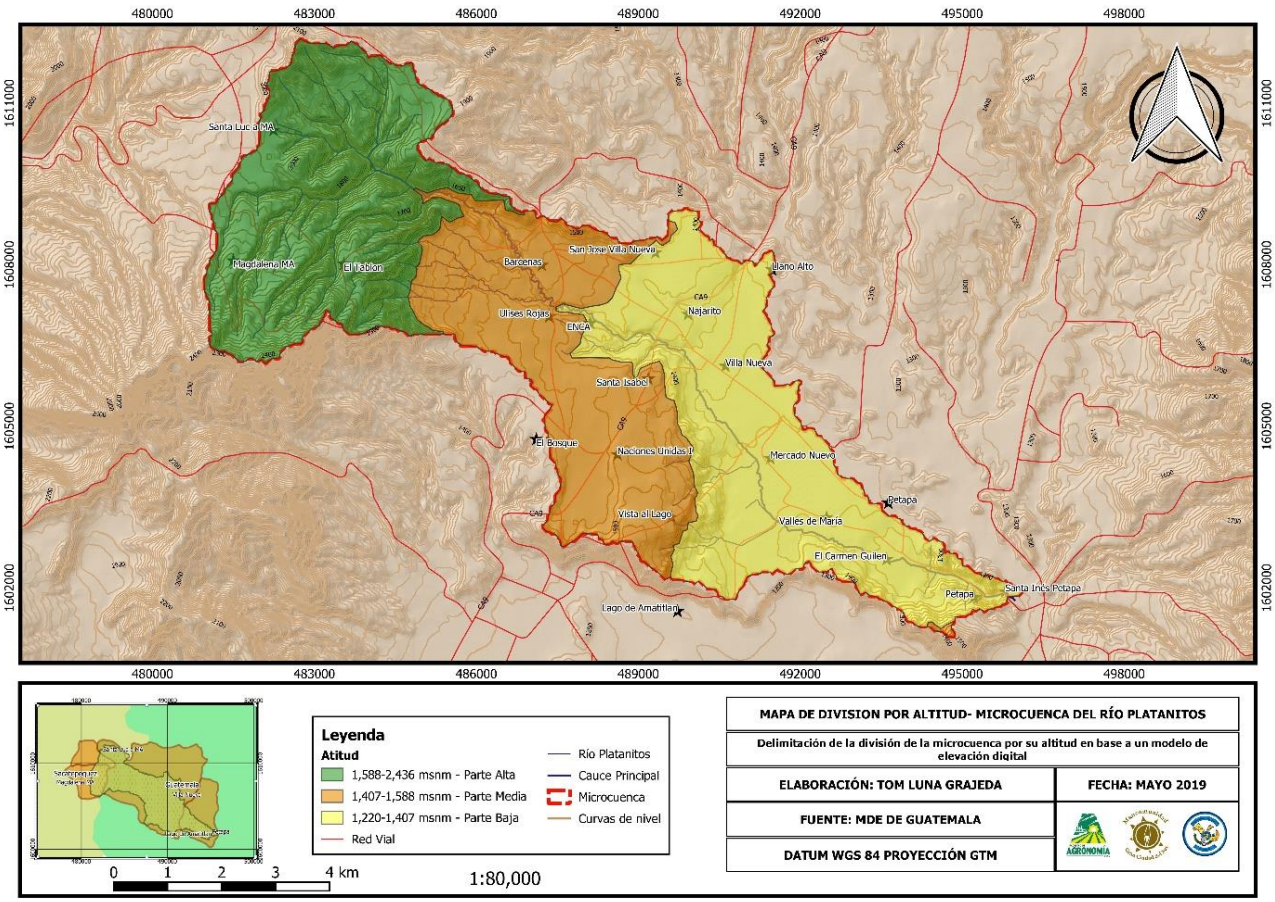
2.2.2. Marco referencial

2.2.2.1. Ubicación geográfica

El río Platanitos es un afluente de la subcuenca río Villa Lobos, cuenca del lago de Amatitlán, macro cuenca del río María Linda en la vertiente del océano Pacífico de Guatemala. La microcuenca río Platanitos se encuentra ubicada en los municipios de Villa Nueva y San Miguel Petapa del departamento de Guatemala; Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez. Abarca el 15 % del área de la cuenca del Lago de Amatitlán. La microcuenca, se encuentra ubicada en su mayoría en el municipio de Villa Nueva, que abarca un 47 % del total del área del municipio. El área de la microcuenca es de aproximadamente 58 km^2, Villa Nueva abarca el 76 % de su área total y 24 % está repartido entre los otros municipios, como se muestra en las figuras 1 y 2.

Fuente: elaboración propia, año 2019.

Figura 3. Localización de la microcuenca río Platanitos.

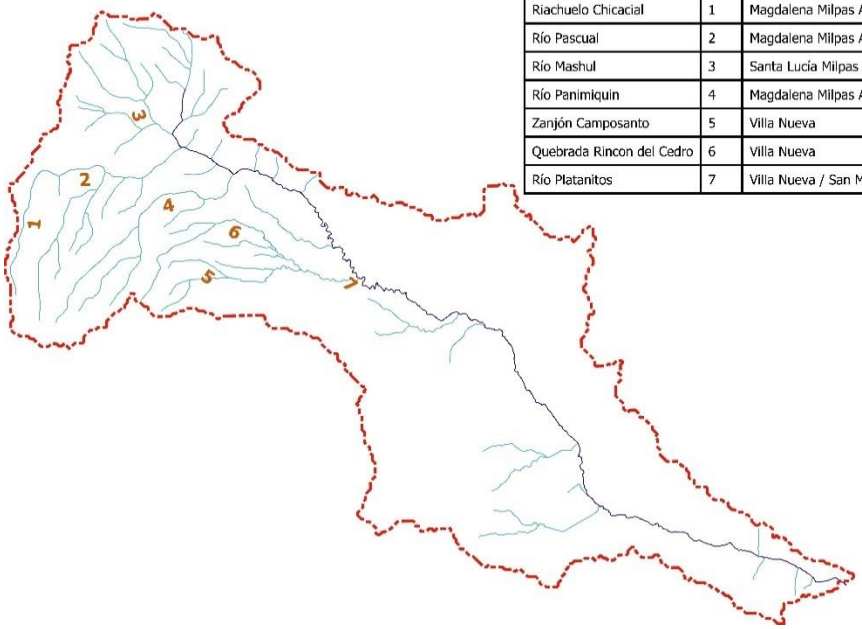


Fuente: elaboración propia, año 2019.

Figura 4. Mapa de elevación de la microcuenca río Platanitos.

2.2.2.2. Morfometría

La microcuenca del río Platanitos origina su drenaje desde los cerros Las Minas y Santa Rosa, donde nacen dos corrientes de agua, una hacia el cerro Las Minas donde se forma el río Pascual, desembocando en el río Mashul; y la segunda hacia el cerro Santa Rosa donde se forma el río Panimiquín, que unido al río Mashul, forman el cauce del río Platanitos. El recorrido del cauce principal, empieza al suroeste de la aldea Bárcenas, Villa Nueva; continúa por el suroeste del municipio de Villa Nueva y San Miguel Petapa, atravesando Santa Inés Petapa, uniéndose al río Villa Lobos para desembocar en el lago de Amatitlán como se muestra en la figura 3. En el cuadro 2 se observan las características morfométricas de la microcuenca, las cuales son definidas de acuerdo a la forma, relieve y superficie del territorio.



NOMBRE	COD	MUNICIPIO
Riachuelo Chicacial	1	Magdalena Milpas Altas
Río Pascual	2	Magdalena Milpas Altas
Río Mashul	3	Santa Lucía Milpas Altas
Río Panimiquin	4	Magdalena Milpas Altas
Zanjón Camposanto	5	Villa Nueva
Quebrada Rincon del Cedro	6	Villa Nueva
Río Platanitos	7	Villa Nueva / San Miguel Petapa

Fuente: elaboración propia, año 2019.

Figura 5. Principales corrientes dentro de la microcuenca.

Cuadro 3. Aspectos morfométricos de la microcuenca río Platanitos.

Aspecto	Valor
Área	58 km^2
Perímetro	46 km
Longitud de cauce principal	17 km
Orden de corrientes	4
Total de corrientes	81
Longitud acumulada de corrientes	90.45 km
Relación de forma	0.1 cuenca larga
Radio de elongación	0.37 ligeramente alargada
Densidad de drenaje	1.54 km/km^2
Frecuencia de corrientes	1.38 $cauces/km^2$ drenaje bajo
Pendiente media	18.45 %

Fuente: Ibáñez, 2015.

2.2.2.3. Geología

Como parte de la geología de la microcuenca se observan unidades geológicas del Terciario y Cuaternario, las cuales según López (2005), las presenta como coladas de lava, depósito de tefras, pómez y dianictones, de acuerdo como se puede ver representado en la figura 4.

- Aluvión (Qal): distribuida a lo largo del cauce del río Platanitos.

- Tefra – diacictones (Qtd): “En la parte superior de la microcuenca, los depósitos de flujo de ceniza han sido retrabajados por la acción fluvial, por lo que en la parte inferior se pueden encontrar sedimentos de carácter lacustre o fluvial.”

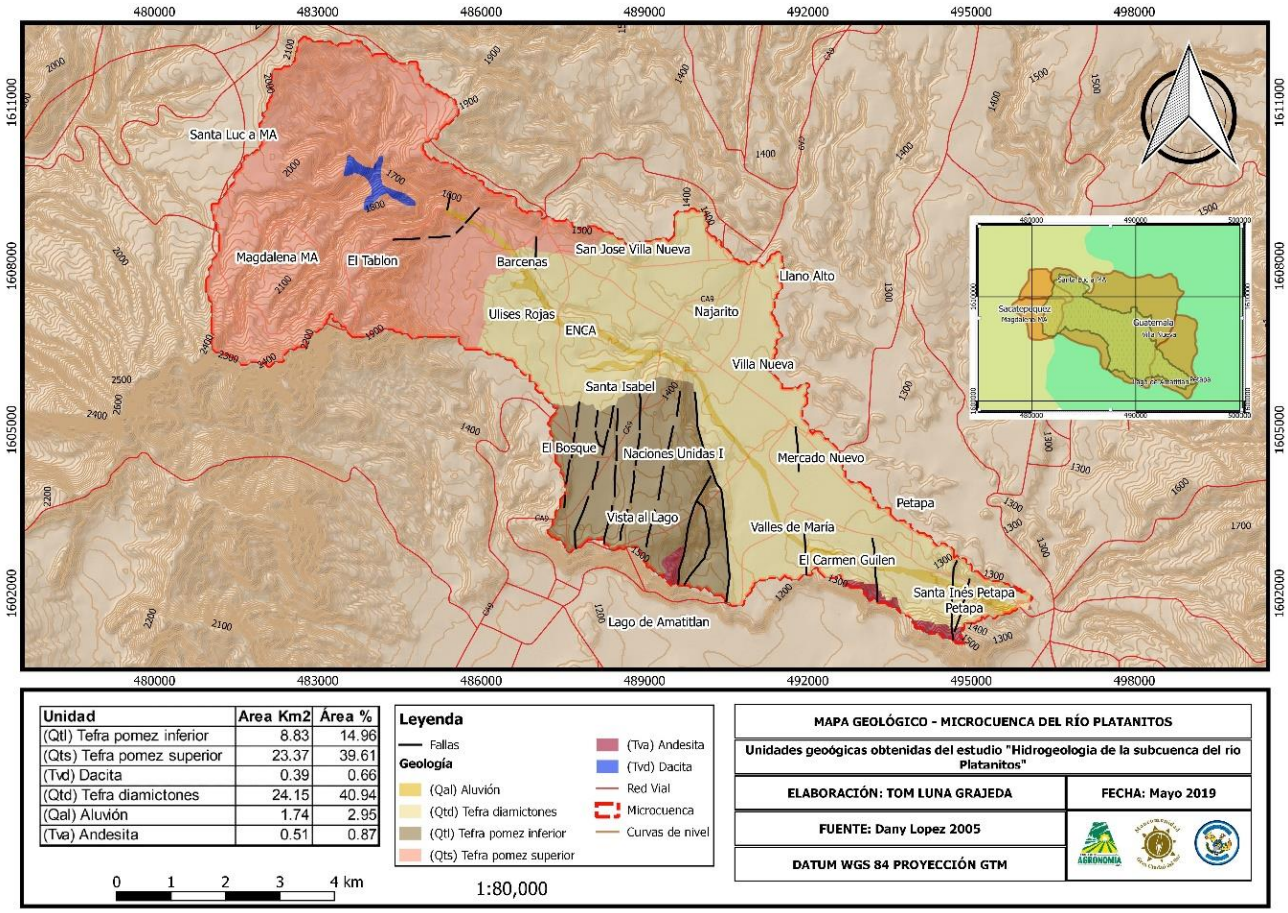
- Tefra – pómez (Qt): esta se encuentra en la parte alta y media de la microcuenca a la que el autor la clasifica como estrato superior, y otra porción encontrada en la parte baja en donde se encuentra la mayoría de fallas del área de estudio en el suroeste de la microcuenca denominada como estrato inferior.

- Dacitas (Tvd): “Afloran en la parte superior del área de estudio como prodemisiones fisurales que se dieron en la era del Cenozoico.”

- Andesitas (Tva): “Los límites del lago están formadas por cortes de aproximadamente 350 m de altura, que consiste de acumulaciones de flujos de lavas andesíticas piroxénicas que forman parte del pedestal del volcán de Pacaya.”

2.2.2.4. Estratigrafía

Según López (2005), en la parte alta de la microcuenca se presentan estratos litológicos correspondientes a materiales piroclásticos del cuaternario (Qp) y a brechas volcánicas y lavas del terciario (Tv). En la parte media ya encontramos Dacitas (Tvd) y en esta parte según el perfil hidrogeológico, indica “existencia de un nivel regional debido a que el gradiente hidrogeológico es muy pequeño según en dirección al nivel superficial del lago de Amatitlán.” En la parte baja continúa la misma secuencia de la disposición de los materiales geológicos, agregando la disposición de un estrato de arenas lacustres (Qal-a), el espesor y distribución de estos materiales se ven representados en el perfil geológico figura 5.

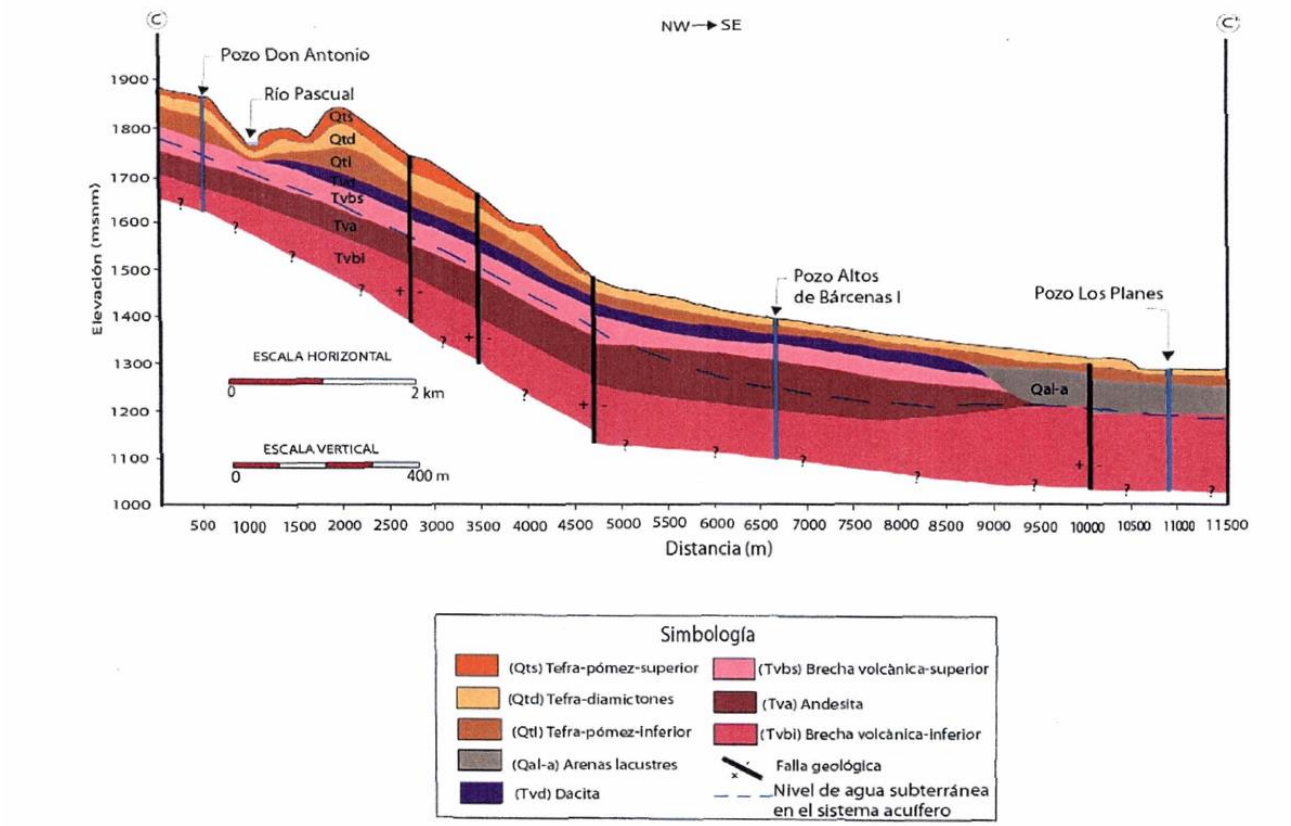


Fuente: López, 2005.

Figura 6. Geología de la microcuenca río Platanitos.

2.2.2.5. Fallas geológicas

Según López (2005), como se aprecia en la figura 4 y 5, las fallas se ven formando un territorio escarpado de alturas de 50 m - 150 m, (dimensionales en datos m, cm etc.) presentando una serie de bloques levantados y hundidos que forman la orilla norte del lago de Amatitlán. En donde la inclinación es suave en dirección hacia el norte hasta el límite entre Villa Nueva y Villa Canales, influenciando el curso del río Platanitos desde la parte alta.



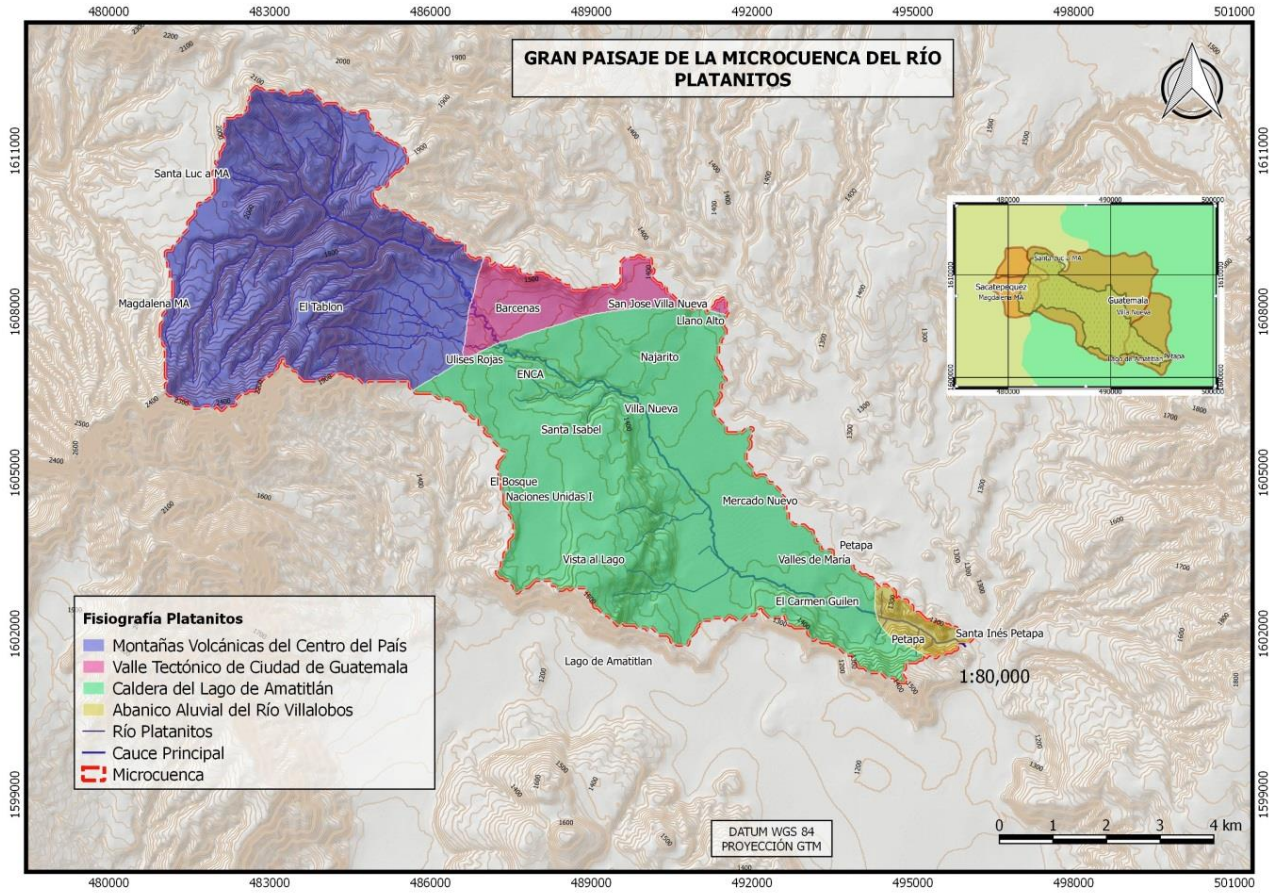
Fuente: López, 2005.

Figura 7. Perfil hidrogeológico microcuenca río Platanitos.

2.2.2.6. Fisiografía

La microcuenca del río Platanitos pertenece a la región fisiográfica “Tierras Altas Volcánicas”, dentro de la sub región fisiográfica “Zona Montañosa y Planicie Central (Tecpán - Jalpatagua)”, en cuanto al gran paisaje está distribuida en cuatro zonas distintas como se aprecia en la figura 6.

- Montañas volcánicas del centro del país.
- Valle tectónico de la ciudad de Guatemala.
- Caldera del lago de Amatitlán.
- Abanico aluvial del río Villa Lobos.



Fuente: Mapa fisiográfico de Guatemala, 2005.

Figura 8. Gran paisaje de la microcuenca río Platanitos.

2.2.2.7. Zonas de vida

La parte alta de la microcuenca pertenece a la zona de vida bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) abarcando un 35 % del total del área de la microcuenca, en el resto encontramos la zona de bosque húmedo subtropical templado (bh-St), que abarca la parte media y baja de la microcuenca (figura 35A).

2.2.2.8. Suelos

El la microcuenca encontramos principalmente suelos profundos y bien drenados sobre ceniza volcánica, de textura franco arenosa. Según la clasificación de Simmons tenemos la serie de suelos Guatemala, Cauque y Aluviales.

2.2.2.9. Crecimiento urbano

El área ocupada por la urbanización según lo muestra el cuadro 3, es cada vez mayor, un alto crecimiento que fue marcado principalmente del año 1988 al 2005.

Cuadro 4. Crecimiento urbano de la microcuenca río Platanitos.

Año	Área (km^2)	Porcentaje dentro de la microcuenca (%)
1988	5.65	9.67
2005	12.61	21.59
2013	16.59	28.59

Fuente: Ibañez, 2015.

2.2.2.10. Vivienda

Los tipos de vivienda que predomina dentro de la microcuenca son colonias, asentamientos y residenciales. En la parte baja y media la creación de nuevos residenciales ha aumentado y sigue en aumento debido a los accesos que tiene a la ciudad capital, eso ha favorecido al crecimiento urbano, la parte alta en los municipios de Santa Lucia Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas, predominan las granjas y parcelamientos.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Diagnosticar la problemática ambiental de la microcuenca del río Platanitos y proponer la zonificación de la misma para su abordaje.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar la caracterización biofísica, ambiental y socioeconómica de la microcuenca.

2. Identificar los principales problemas ambientales de la microcuenca.

3. Proponer la zonificación para la microcuenca del río Platanitos con base en la problemática ambiental establecida.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1. Caracterización de la microcuenca del río Platanitos

2.4.1.1. Recolección de información

Se recopiló información de estudios realizados dentro de la microcuenca, también de estudios relacionados con este territorio; se solicitó además información geográfica contenida en capas o mapas digitales de tipo ráster y/o vectorial.

La información geográfica digital se solicitó principalmente a la municipalidad de Villa Nueva y la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS). Posteriormente esta información se evaluó para la identificación de cambios significativos, los cuales fueron corregidos.

Las capas de información digital solicitada, a una escala semidetallada, fueron las siguientes:

- Estaciones meteorológicas.
- Serie de suelos.
- Cobertura y uso actual del suelo.
- Unidades geológicas.
- Regiones y subregiones fisiográficas.
- Identificación de amenazas en la microcuenca.
- Ubicación de servicios y equipamiento del municipio.
- Zonas de vida.
- fotografías satelitales del área, entre otras.

2.4.1.2. Caracterización de aspectos socioeconómicos

A. Demografía

Por medio de los datos del censo poblacional del año 2002 y su proyección para el 2018 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se calculó la cantidad de población de cada municipio dentro del territorio de la microcuenca para los siguientes aspectos:

- Total de población.
- Población según el género.

- Población según edad.
- Población según el grupo étnico.

El cálculo de población se determinó de acuerdo a la proporción del espacio total de cada municipio, respecto al espacio delimitado por la microcuenca.

B. Educación

Partiendo de los datos obtenidos del Ministerio de Educación de Guatemala para el 2018, en base a la población escolar respecto a la población inscrita de los municipios que pertenecen a la microcuenca, se realizó un estimado específico del territorio de cada municipio que pertenece al área de estudio.

Se elaboró un mapa de ubicación de los principales establecimientos públicos ubicados dentro del territorio.

C. Salud

Se elaboró un mapa de ubicación del equipamiento de salud para el territorio de la microcuenca.

D. Economía

Se realizó un análisis económico con base a las principales actividades productivas, industriales y de comercio dentro de cada municipio que pertenece a la microcuenca.

E. Organización comunitaria

En base a información obtenida del registro de COCODES dentro del área de estudio, se realizó un análisis para determinar el número total de este tipo de organizaciones comunitarias y su distribución.

2.4.1.3. Caracterización de aspectos ambientales

A. Desechos solidos

Se representaron y georreferenciaron los principales basureros clandestinos que se ubican dentro del territorio de la microcuenca, esto en base a datos obtenidos de un estudio caracterización de la microcuenca por Ibáñez, 2015 y de datos obtenidos en campo. Las coordenadas están en el sistema de referencia de coordenadas proyectadas GTM.

B. Desechos líquidos

Se realizó un mapa de ubicación de los principales puntos de desfogue de agua residual dentro de la microcuenca, por medio de los datos obtenidos en los estudios técnicos de calidad de agua realizados por la municipalidad de Villa Nueva y San Miguel Petapa, presentados en el 2017. Posteriormente se realizó un análisis en base a los datos presentados de los principales parámetros que describe el Acuerdo Gubernativo 236-2006, y que fueron determinados en el estudio, tomando como referencia, además, el límite máximo permisible para la etapa que corresponde según esa ley. Conjuntamente se representó por medio de un mapa los principales sistemas de tratamiento de la microcuenca.

C. Explotación minera

Por medio de fotointerpretación de imágenes satelitales actualizadas al año 2018 (Google Earth), se delimitaron las principales áreas de explotación minera dentro de la microcuenca. Estas se definieron y representaron en un mapa.

2.4.1.4. Caracterización de aspectos biofísicos

A. Clima

Los datos meteorológicos para realizar este análisis fueron obtenidos de tres estaciones cercanas a la microcuenca, estas administradas por la Autoridad de Manejo Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA), Ubicadas en: Magdalena Milpas Altas, San José Villa Nueva y la ubicada en las instalaciones de AMSA en el kilómetro 22 de la CA-9 Sur. Se tomaron los datos de estas estaciones meteorológicas ya que estas se encuentran dentro del área de la microcuenca y son las más cercanas.

Estas estaciones han tomado datos a partir de 2016 pero únicamente para los años 2017 y 2018, se obtuvieron datos completos y los cuales fueron utilizados. Por medio de la ubicación georreferenciada de las estaciones, utilizando el software Q-GIS y la herramienta “Polígonos de Thiessen”, se determinaron el área de influencia por cada estación.

Se determinó la precipitación, temperatura y evapotranspiración mensual, en base al promedio de datos de los últimos años dos años. Se realizaron distintas gráficas para representar el clima de la microcuenca.

B. Pendientes

Se elaboró un mapa de pendientes en base a un modelo de elevación digital, por medio del procesamiento de datos a través del software Q-GIS. Se clasificó en cinco categorías, las cuales según la matriz de clasificación propuesta por el INAB para determinación de la capacidad de uso de la tierra.

C. Geomorfología

Se realizó un análisis semidetallado del paisaje basándose en el mapa de pendientes y fotointerpretación del terreno, utilizando como referencia el estudio de zonificación agroecológica de la microcuenca (Morales et al 2014).

D. Cobertura y uso actual de la tierra

Se elaboró un mapa de uso actual de la tierra, por medio de la actualización de la capa de cobertura y uso actual de la tierra por el MAGA, definiendo las unidades por medio de la elaboración de polígonos de áreas homogéneas con información geográfica actualizada como imágenes satelitales del año 2018 (© 2018 Google). El procedimiento fue por medio de fotointerpretación y clasificando el territorio en categorías establecidas por la metodología Corine Land Cover adaptada para Guatemala.

E. Capacidad de uso de la tierra

Con base a la capa digital de pendientes y a la capa de profundidad efectiva del suelo se elaboró el mapa de capacidad de uso de la tierra, siguiendo la metodología y los criterios establecidos por el INAB.

F. Determinación y análisis de la recarga hídrica potencial por zonas

Se realizó el cálculo de recarga hídrica potencial por zonas, estas definidas por el traslape de las capas de cobertura del suelo, geología y polígonos de Thiessen; siguiendo la metodología de Schosinsky (determinación de recarga hídrica potencial del suelo por medio de un balance hídrico de suelos). Se realizó a través la creación de una plantilla en el software Excel®, para esto se tomó en cuenta los datos obtenidos de la precipitación y evapotranspiración mensual para los años 2017-2018 de tres estaciones (AMSA) ubicadas dentro en la microcuenca, y parámetros del suelo como, velocidad de infiltración, humedad del suelo, densidad y textura del suelo. Estos últimos datos se obtuvieron de un estudio previo (López 2005).

Con los datos de recarga hídrica potencial de cada zona se procedió a clasificar las zonas en: recarga, determinando tres categorías: media, alta y muy alta. Según rangos propuestos por Herrera (2005).

Por último, se elaboró el mapa de zonas de recarga hídrica con base a los resultados generados por zona. Se realizó un análisis para determinar las áreas con mayor recarga en la microcuenca.

G. Determinación y análisis de la intensidad de uso del territorio

Por medio del traslape de las capas generadas de uso actual de la tierra y capacidad de uso de la tierra, se determinó el mapa de intensidad de uso de la tierra. Se realizó un análisis para determinar las áreas, uso correcto, sub-utilizadas y sobre-utilizadas.

H. Representación de amenazas a deslizamientos e inundaciones

Para la determinación y presentación de amenazas a deslizamientos y a inundaciones, se utilizaron capas de tipo ráster, capas generadas en estudios previos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Fundación para el Eco-Desarrollo y la Conservación

(FUNDAECO). Esta información fue analizada, y procesada por medio del software ArcGIS, para clasificar y determinar el área de amenaza en ambos factores.
Para deslizamientos se utilizó el estudio presentado en el año 2018 por FUNDAECO: a una escala de trabajo de 1:50,000 para el departamento de Guatemala. Para determinar la amenaza a inundaciones se utilizó el estudio presentado por CONRED, en el año 2016, de igual manera con una escala de trabajo de 1:50,000.

2.4.2. Diagnóstico ambiental

En base a la información generada y clasificada, en la caracterización, se realizará un análisis e interpretación de las características identificadas. Para lo cual se utilizará la matriz representada en el cuadro 4, en donde se describirán los principales problemas, además de las posibles variables que puedan determinar el futuro de cada unidad categorizada.

Cuadro 5. Matriz de análisis estructural de situaciones.

Componente	Situación	Causas	Consecuencias

Fuente: elaboración propia 2019.

2.4.3. Zonificación ambiental

2.4.3.1. Generación de unidades homogéneas

Se elaborará una síntesis por medio del traslape de la información representativa denotada en la descripción biofísica y ambiental. Se delimitaron las unidades homogéneas, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG); determinando la división y clasificación que se hará del territorio.

2.4.3.2. Clasificación de las zonas

Con base a la clasificación que hace Idea-UN & Cornade (2009), de Categorías, unidades de manejo y usos propuestos en la zonificación ambiental se clasificarán las unidades identificadas en el cuadro 5.

Cuadro 6. Categorías, unidades de manejo para la zonificación ambiental.

Categoría	Unidad de manejo		Área (ha)	Área %	Descripción	Usos
Conservación y protección ambiental	Áreas de conservación ambiental de los recursos naturales (C-RN)					Principal: uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función específica del área Compatibles: usos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad Condicionados: usos que están supeditados a permisos y/o autorizaciones previas y a condicionamientos específicos de manejo Prohibidos: usos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación ambiental y/o manejo
	Áreas de protección ambiental de los recursos naturales (P-RN)					
Recuperación ambiental	Área de recuperación ambiental para la protección del recurso hídrico (R-H)					
	Área de restauración para la conservación ambiental de los recursos naturales (R-RN)					
Desarrollo socioeconómico sostenible	Área para para las actividades Agrícolas sostenibles (D-AG)					
	Área para actividades forestales productoras/protectoras (D-FP)					
	Área para el desarrollo urbano (D-U)	Amenaza alta				
		Amenaza media				
		Amenaza baja				

Fuente: Adaptación de: Idea-UN & Cornade, 2009.

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. Caracterización de la microcuenca del río Platanitos

2.5.1.1. Aspectos socioeconómicos

Es importante comprender la dinámica social de la población dentro de la microcuenca, ya que esta nos permite determinar el comportamiento e impacto ambiental que incide en los problemas y potencialidades identificadas dentro de este territorio.

A. Indicadores sociales

Los principales indicadores sociales reflejan el comportamiento de la densidad poblacional en el territorio, clasificada según los aspectos más importantes: total de población, género y edad.

a. Total de población

En el cuadro 6 se representa el total de población por municipio para el 2018 según datos del censo 2018 por el INE, además del cálculo por municipio de la cantidad de población que pertenece a la microcuenca, esto último calculado por medio del área correspondiente a cada municipio dentro del territorio de la microcuenca habitante por kilómetro cuadrado.

Cuadro 7. Población dentro de la microcuenca.

Municipio	Total de habitantes	Habitantes por kilómetro cuadrado (habitante/km^2)	Habitantes dentro de la microcuenca
Villa Nueva	433,734	4,876	211,844
San Miguel Petapa	135,447	5,699	40,570
Magdalena Milpas Altas	11,856	815	4,948
Santa Lucía Milpas Altas	15,570	1,694	3,363
TOTAL	**596,607**	**13,084**	**260,725**

Se observa que el municipio con mayor población dentro de la microcuenca es Villa Nueva, siendo el municipio con mayor crecimiento urbano en los últimos años, al igual que el municipio de Petapa que representa la más alta densidad poblacional (5,699 habitantes/ km^2), que equivale al 43.55 % según el censo 2018.

Los municipios de Sacatepéquez (Magdalena Milpas Altas y Santa Lucía Milpas Altas) tienen una menor población dentro de la microcuenca con 27,426 habitantes, perteneciendo a la parte alta, en donde el crecimiento urbano es menor.

b. Población según el género

En el cuadro 7 se observa la cantidad de personas en cuanto al género según el censo 2018, y el cálculo para el área de la microcuenca.

Cuadro 8. Cálculo de la población según el género.

Municipio	Mujeres		Hombre	
	Censo 2018	Microcuenca	Censo 2018	Microcuenca
Villa Nueva	224,820	109,806	208,914	102,037
San Miguel Petapa	70,294	21,055	65,153	19,515
Magdalena Milpas Altas	5,970	2,491	5,886	2,456
Santa Lucía Milpas Altas	7,984	1,724	7,586	1,638
Total	**309,068**	**135,076**	**287,539**	**125,647**

Se puede observar que casi el 51.80 % de la población total de la microcuenca, está representada por mujeres, aproximadamente con una diferencia de 10,000 personas. Según los datos esta situación es más evidente en los municipios de Villa Nueva y San Miguel Petapa.

c. Población según edad

En la figura 7 se refleja la distribución de la población dentro de la microcuenca, en cuanto a la edad; clasificada en siete grupos con rangos establecidos de aproximadamente 15 años.

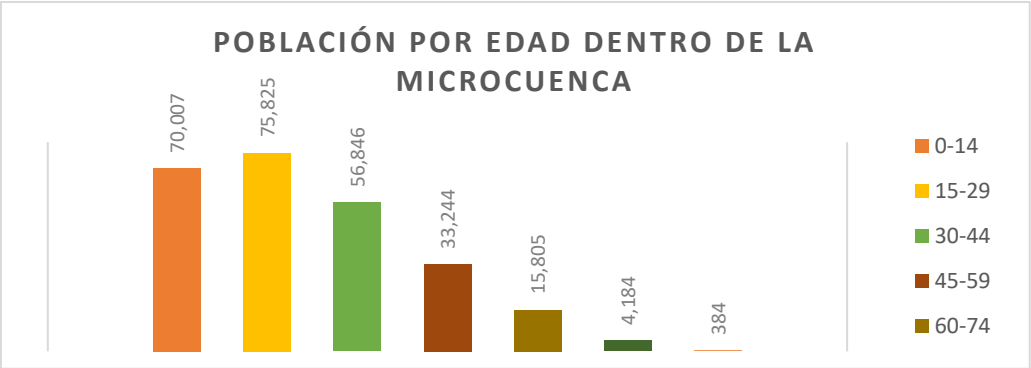


Figura 9. Gráfica del cálculo de edad de la población en la microcuenca.

Se puede observar que la mayor parte de población en la microcuenca se encuentra entre las edades de 15 a 30 años, con una población de 75,825. Es preciso identificar que la población de la microcuenca es joven, una ventaja para el desarrollo económico del territorio y un reto para las instituciones públicas y privadas en promover educación, capacitación y desarrollo académico de esta población objetivo con la concepción de un desarrollo sostenible.

B. Educación

Partiendo de los datos obtenidos del Ministerio de Educación de Guatemala para el 2018, en base a distintas variables respecto a la situación educativa de los municipios que pertenecen a la microcuenca, se realizó un estimado específico del territorio de cada municipio que pertenece al área de estudio.

Cuadro 9. Cálculo de población escolar dentro de la microcuenca.

Municipio	VN	SMP	MMA	SLMA	Total
Estimado de población en edad escolar	75,878	16,620	1,566	1,217	95,281
Estimado inscritos en edad	42,492	8,476	955	742	52,665
Estimado de total inscritos	52,630	10,171	1,146	972	64,919
Estimados establecimientos públicos	147	9	2	3	161
Estimados establecimientos privados	355	82	2	6	445

En el cuadro podemos analizar que dentro de la microcuenca un alto número de niños no están asistiendo a un establecimiento de educación, se estima que, de cada 10 niños en edad escolar, solo 6 están inscritos. Además, observamos que la cobertura de las escuelas es mínima comparada con el número de establecimientos privados que es casi tres veces mayor.

a. Población escolar

En la figura 8 se representa el estimado de población escolar dentro de la microcuenca para el año 2018.

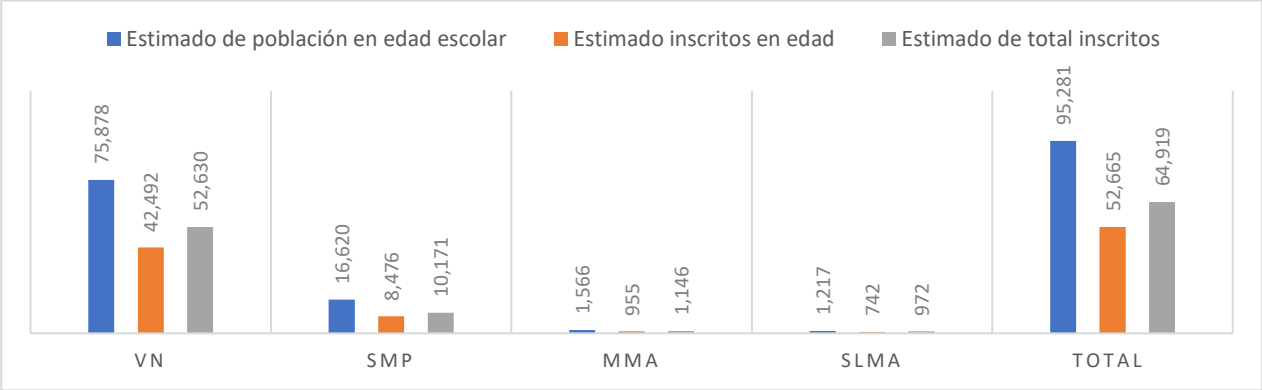


Figura 10. Gráfica resumen de población escolar.

Esta grafica refleja que aproximadamente la mitad de la población en edad escolar, no se inscribió para el año 2018 en ningún cetro escolar dentro del territorio, lo que lleva a la conclusión que una gran porción de niños y adolescentes de área, invierten su tiempo en otras actividades ajenas a la educación. Un 4 % de toda la población de la microcuenca retoma la educación sin estar dentro de la edad escolar.

b. Establecimientos educativos

En la figura 9 se observa la diferencia en el número estimado entre establecimientos educativos privados y públicos.

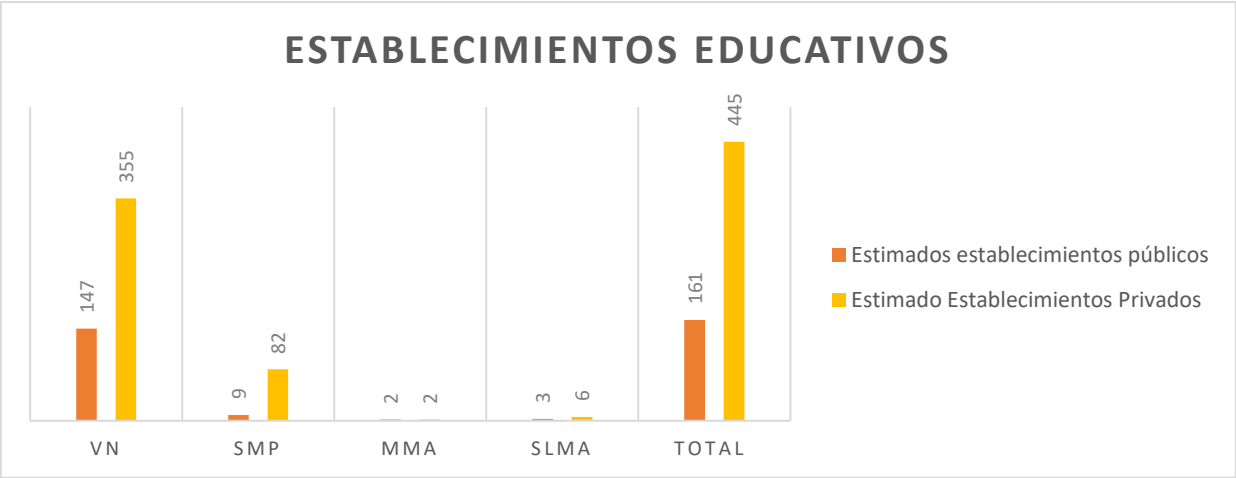


Figura 11. Gráfica resumen de establecimientos dentro de la microcuenca.

Es evidente que la mayoría de centros educativos dentro del área de estudio son privados, esto se ve representado claramente en los municipios de Villa Nueva y Petapa, por ser lo municipios con mayor área urbana, 20 km^2 y 4 km^2 respectivamente, por lo tanto, en estos municipios la demanda y exigencia de establecimientos educativos privados es mayor consideradamente. En la figura 10 se muestra la ubicación de los principales centros educativos públicos y a la distribución de estos, encontrando mayor concentración en el municipio de Villa Nueva. El nivel educativo, se observa en los cuatro municipios una predominancia de preprimaria y primaria.

C. Salud

En la figura 11 se representa la ubicación de los principales centros o puestos de salud del territorio, siendo evidente la limitada cobertura de este servicio, haciendo énfasis en la necesidad que tiene la población de que exista mayor cobertura y equipamiento que promuevan la salud y bienestar de la población.

Como se observa en el mapa de la figura 11, la opción a tener asistencia médica en el territorio es escasa porque los puestos de salud están ubicados en los puntos más concentrados o más urbanos lo que deja fuera a la población que se encuentra lejos de ese radio de cobertura, generándole costos de movilidad o incluso complicar una emergencia médica.

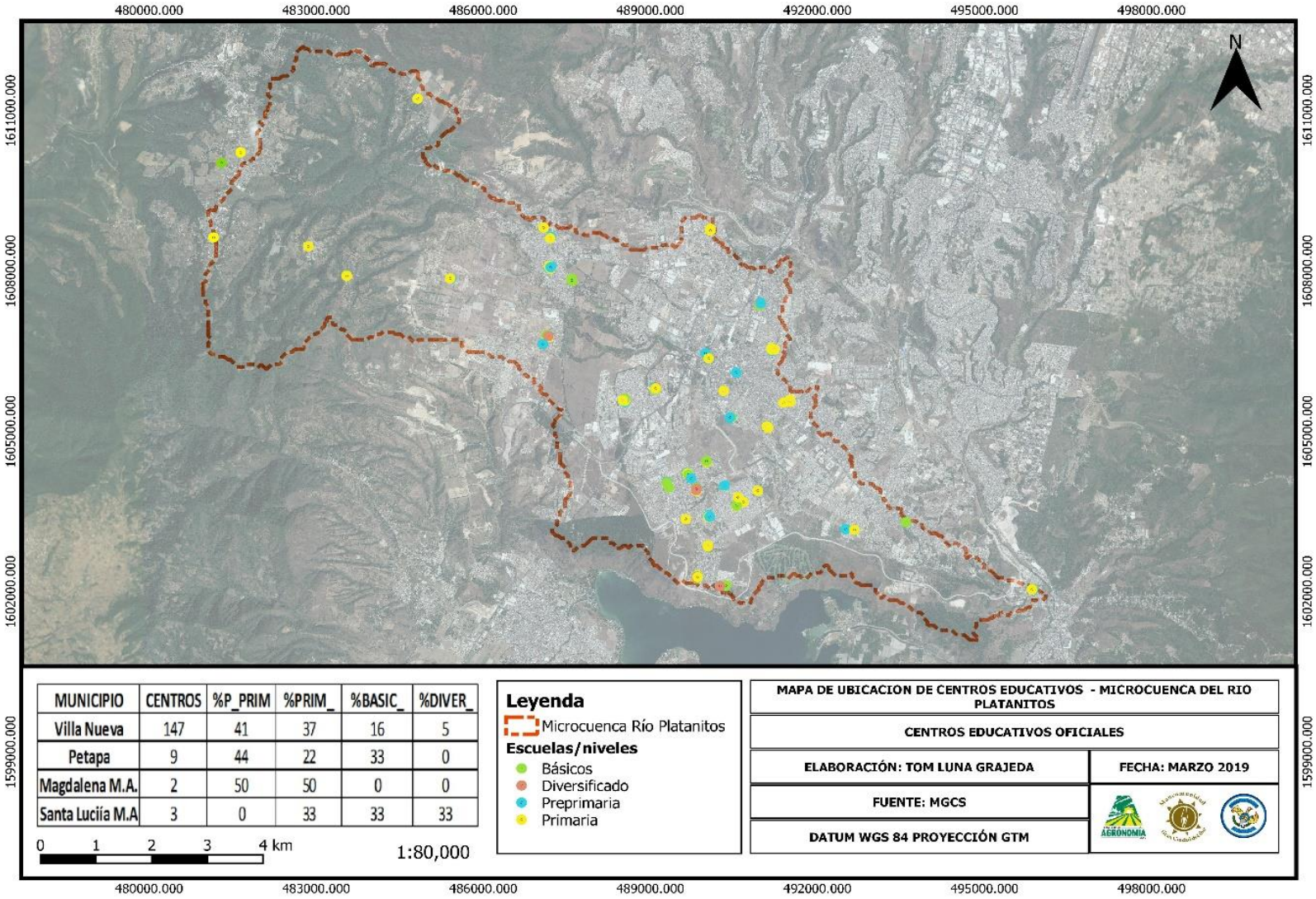


Figura 12. Ubicación de centros educativos públicos en la microcuenca río Platanitos.

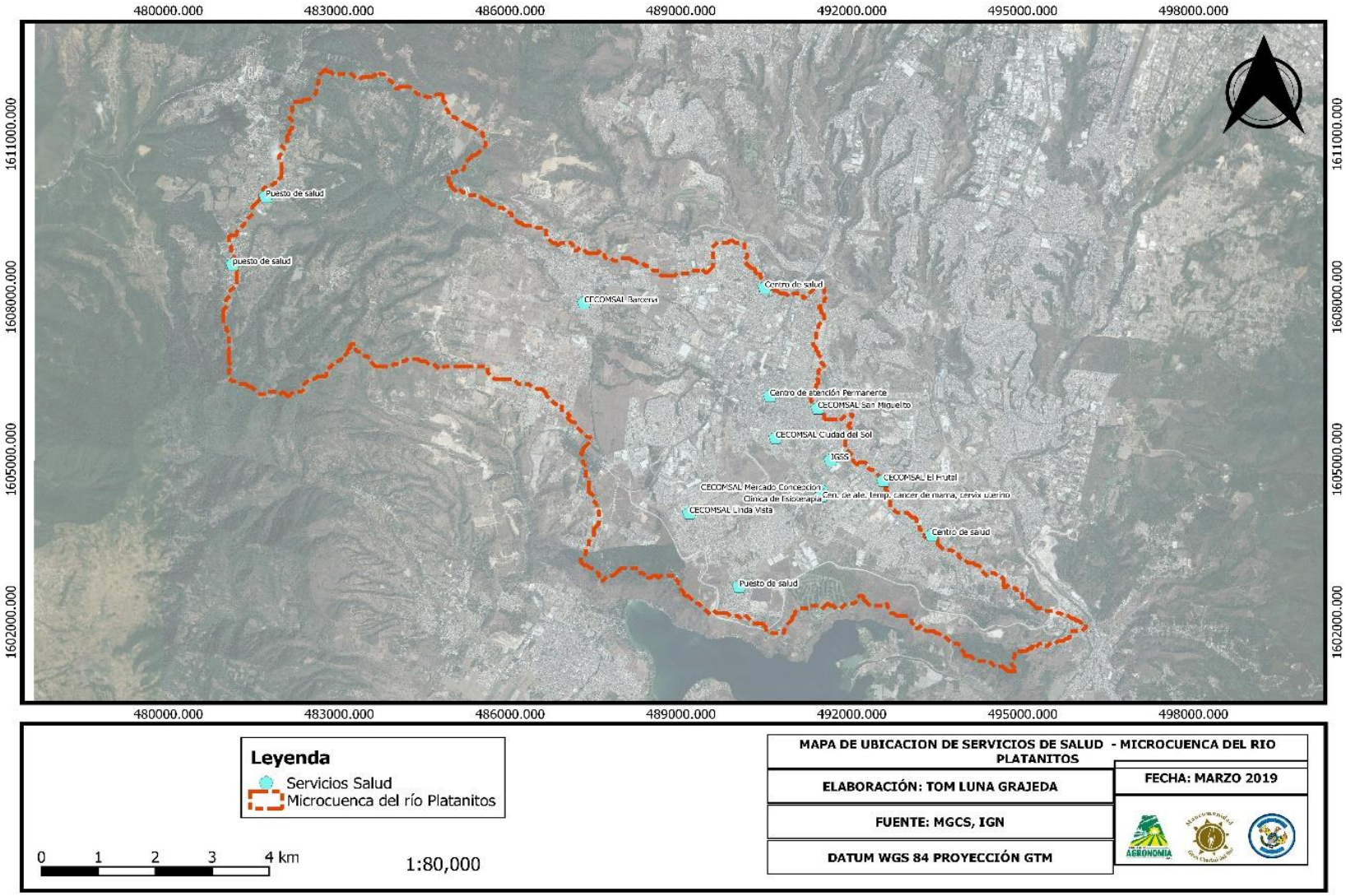


Figura 13. Ubicación de equipamiento de salud en la microcuenca río Platanitos.

D. Economía

Los municipios de la parte alta de la microcuenca, los pertenecientes al departamento de Sacatepéquez, se caracterizan por tener como principales actividades económicas, la agricultura, caza, silvicultura y pesca, así como la industria manufacturera, textil y alimenticia; y el comercio por mayor y menor, restaurantes y hoteles. Otras actividades como la construcción; y servicios comunales, sociales y personales, son parte del desarrollo de estos municipios. Según datos de la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) 2010, la pobreza y la extrema pobreza no sobrepasan el 25 % de la población de estos municipios, catalogándola como un nivel bajo, el índice de desarrollo de 0.76 demuestra que el desarrollo es alto en este territorio.

En los principales productos agrícolas que producen y que son comercializados para otros mercados fuera de lo local son: legumbre, verduras, hortalizas, aguacate, maíz y para el caso específico de Magdalena Milpas Altas arveja y flores exóticas. Los mercados a los que destinan sus productos se encuentran en el municipio de Antigua Guatemala, y la ciudad capital. En lo agropecuario como principal actividad es la desarrollada con ganado porcino.

Otra de las actividades a menor escala es: la elaboración de artesanías, principalmente trabajos con hierro, madera y pintura; agricultura de subsistencia. El desarrollo empresarial es representado por industrias de exportación, actividad económica que no tiene un beneficio directo para este territorio.

La población económicamente activa se dirige principalmente a la Ciudad Capital, La Antigua Guatemala, y San Lucas Sacatepéquez en el caso de Magdalena Milpas Altas.

El municipio de San Miguel Petapa ubicado en la parte baja de la microcuenca del río Platanitos, según datos de SEGEPLAN (2010), tiene un porcentaje de pobreza de 12 % de la población del municipio, mucho menor que los municipios de la parte alta. Las principales actividades económicas son: la industria, comercio y agricultura; el mercado laboral se da principalmente en la ciudad capital, aunque es un territorio con fábricas e industrias, de alimentos envasados, productos de construcción y calzado.

La agricultura que se desarrolla se califica como de subsistencia, existiendo fincas que desarrollan una agricultura de extensión, en donde la participación de la mujer es significativa.

En el municipio de Villa Nueva ubicado principalmente en la parte media y baja de la microcuenca, se desarrollan distintas actividades, industriales, comerciales y de servicios.

La agricultura aun es una de las principales actividades que se desarrollan en el territorio, ha disminuido en los últimos años debido a la reubicación de industrias provenientes de la ciudad capital y la ubicación de nuevas esto debido a el fácil acceso del municipio a la carretera CA-9 con dirección al Puerto San José, influyendo altamente en la economía del sector, generado aumento de empleo y con esto el incremento del comercio interno en el territorio.

Entre las diferentes industrias y comercios ubicados dentro del municipio de Villa Nueva también cuenta con un club privado de golf.

La economía generada por turismo dentro del área de la microcuenca principalmente se enfoca en el parque ecológico La Cerra administrado directamente por la municipalidad de San Miguel Petapa y el parque nacional Naciones Unidas ubicada en la jurisdicción del municipio de Villa Nueva.

E. Organización comunitaria

De los cuatro municipios que pertenecen a la microcuenca, Villa Nueva es el que cuenta con mayor número de organizaciones comunitarias, principalmente conformados como COCODES, para el año 2018 se tienen registrados solo dentro del área que abarca la microcuenca 165 comités comunitarios de desarrollo como lo representa el cuadro 9, no incluyendo otras modalidades de organización. Estos están divididos en 7 polos de desarrollo, su distribución en el territorio se puede apreciar en la figura 12.

Cuadro 10. COCODES que pertenecen al municipio de Villa Nueva.

Municipio	Zona	Número de COCODES
Villa Nueva	1	5
	2	48
	3	40
	4	38
	5	9
	6	16
	10	2
	Total	**165**
	Polos de desarrollo	7

Un COCODE es la unidad mínima de organización, que forma parte de la red de consejos de desarrollo a nivel nacional, organizaciones con la capacidad de participar en la formulación de propuestas y ejecución de soluciones a los problemas que afectan a las mismas comunidades. A diferencia del municipio de Villa Nueva los otros tres municipios cuentan con un menor número de organizaciones de este tipo, el dato exacto se desconoce debido a que no se contó con estos datos.

Para el 2010 según SEGEPLAN, el municipio de Petapa contaba con seis comités, Magdalena Milpas Altas con cinco y Santa Lucía con ocho, Además de contar con otro tipo de organizaciones comunitarias como iglesias, cofradías, cooperativas y asociaciones de vecinos y a una escala Mayor COMUDES y la mancomunidad Gran Ciudad del Sur que abarca los 6 municipios del sur del departamento de Guatemala, incluyendo Villa Nueva y San Miguel Petapa.

Además, se cuenta con el apoyo de instituciones y organizaciones no gubernamentales. Dentro de las instituciones encontramos las siguientes:

- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA).
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED).
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Secretaria General de Planificación (SEGEPLAN).
- Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA).
- Ministerio de Educación (MINEDUC).

En la figura 12 es fácil observar la forma en como está organizada la población del municipio de Villa Nueva, en la cual se clasifica y divide el territorio en 7 polos de desarrollo, permitiéndole a la Dirección de Organización Comunitaria de esta municipalidad, la capacidad de gestión y acción en conjunto con la población comunitaria.

El polo II, IV y IX son los que pertenecen al territorio de la microcuenca del río Platanitos y también coincide con el área en donde se identifica menos concentración de población respectos al resto del municipio.

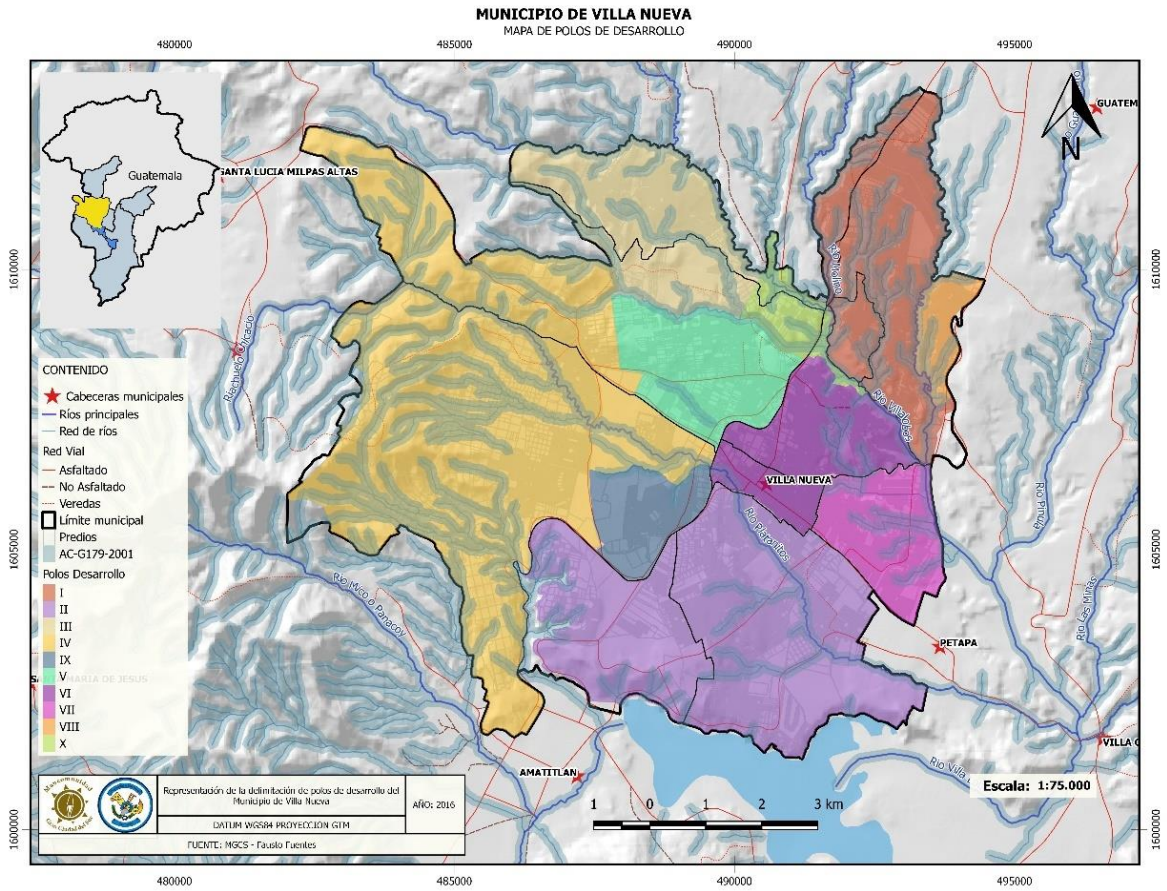


Figura 14. Mapa de polos de desarrollo municipio de Villa Nueva.

2.5.1.2. Aspectos ambientales

A. Desechos sólidos

Dentro del municipio de Villa Nueva se cuenta con un relleno sanitario ubicado en el kilómetro 22 de la CA-09 Sur, el cual es administrado por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán – AMSA-. En el municipio de Magdalena Milpas Altas se tienen aproximadamente 6 basureros a cielo abierto, administrados por la municipalidad. En el resto del territorio se han identificado basureros clandestinos como se representan en el listado del cuadro 10, estos por lo general se ubican en laderas o en barrancos como puede apreciarse en la figura 13.

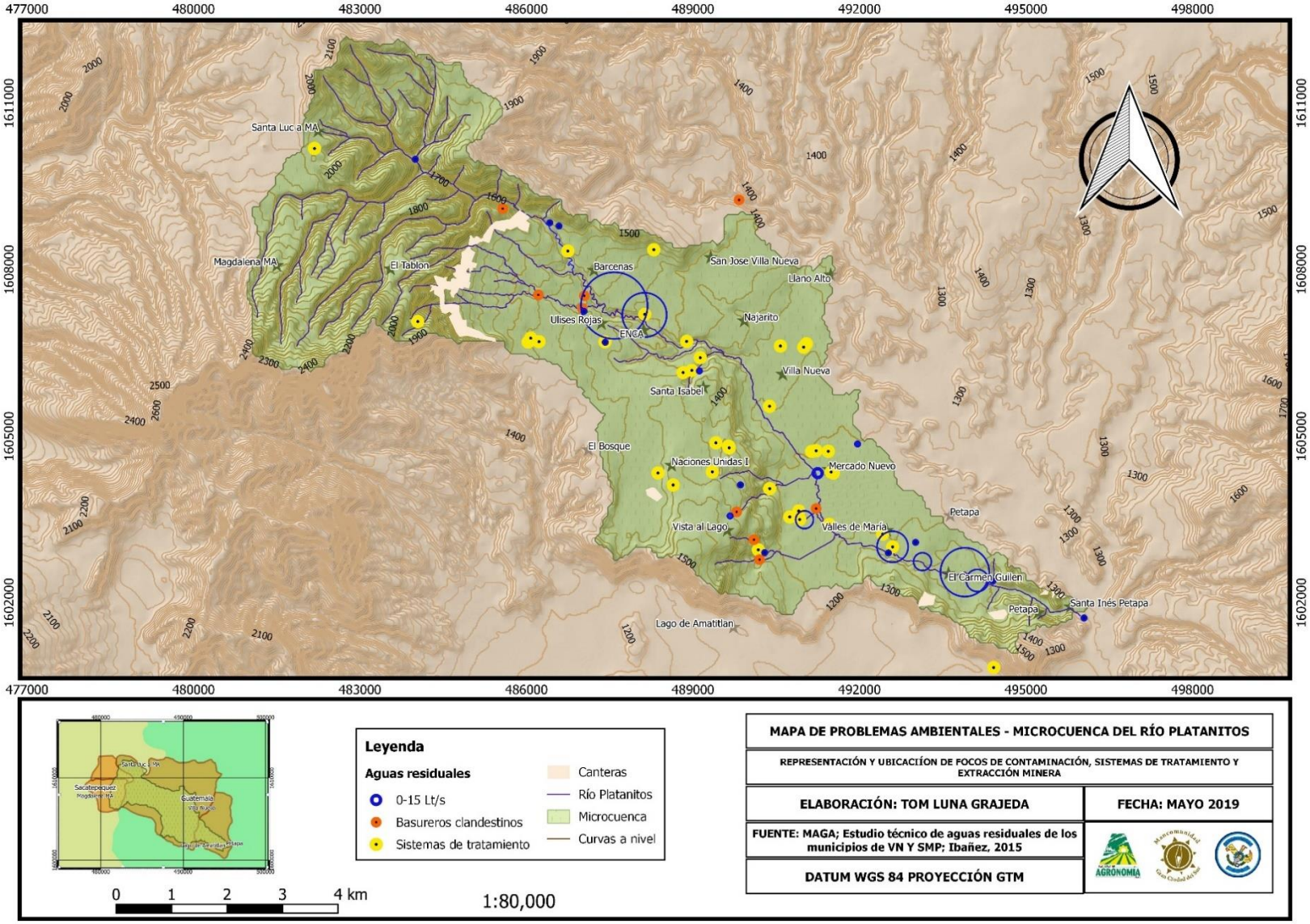


Figura 15. Focos de contaminación y degradación ambiental en la microcuenca río Platanitos.

Cuadro 11. Ubicación de los principales basureros clandestinos.

Ubicación	Coordenadas	
	X GTM	COOR Y
Piedras Moradas, Bárcenas	485568.2654	1609100.885
Aldea Bárcenas, zona 3	486210.8772	1607547.68
Aldea Bárcenas, zona 3	487039.2355	1607530.606
Ulises Rojas, zona 3	487004.3269	1607301.66
Linda Vista, zona 4	489783.4349	1603638.8
Mártires, zona 4	490094.2508	1603137.722
Eterna Primavera, zona 4	490195.882	1602779.067
Colonia Santa Isabel, zona 4	491215.9264	1603700.006
San José La Laguna	489826.9756	1609259.058

La existencia de estos basureros es principalmente por la falta de una conciencia de manejo de los desechos sólidos, que evita que el destino final de estos residuos llegue a un lugar adecuado, utilizando las áreas con altas pendientes como barrancos, como áreas que facilitan la disposición de estos contaminantes. Otra de las razones es que en algunas áreas existe cierta dificultad de accesibilidad para el servicio de recolección y extracción de los desechos. Los lugares en donde se encuentran ubicados, son principalmente áreas con altas pendientes y que por lo que generalmente conectan con la corriente del río.

En este estudio se presentan y localizan los principales basureros clandestinos en el área de la microcuenca del río Platanitos, sin embargo, la clasificación en cuanto a las características cualitativas y cuantitativas específicas de cada foco de contaminación identificado, no fueron analizadas.

B. Desechos líquidos

En el territorio existe el servicio de recolección de aguas residuales, alcantarillado sanitario y estructuras como canales de desfogue, este servicio no cubre a todo el territorio. Además del total de cobertura del servicio, solo una parte es trasportada a un punto de tratamiento, gran parte de este cauce se dispone sin tratamiento hacia cuerpos receptores de agua como el río Platanitos.

Como se observa en la figura 13 y en la figura 36A, existe una gran cantidad de sistemas de tratamiento, en su mayoría privados. Las plantas de tratamiento deben cumplir con los requerimientos del Acuerdo Gubernativo 236-2006 para poder ser descargados a cuerpos receptores como es el caso del río Platanitos, lo cual no se cumple en su totalidad. La

legislación establece 4 etapas en base a fechas o plazos máximas de cumplimiento de los límites máximos permisibles para cada parámetro establecido.
En base a los resultados presentados en los estudios técnicos municipales 2017, se realizó un análisis en cuanto al promedio de los parámetros en la parte media y baja de los principales desfogues de agua residual que surten el cauce del río Platanitos, debido a que es donde se ubican casi en su totalidad los focos de este tipo de contaminación. Los resultados de cada parámetro fueron comparados para su análisis en cuanto a la etapa dos del Acuerdo Gubernativo 236-2006.

a. Caudales de agua residual

Tanto en la parte media como en la baja de la microcuenca, los valores de caudal de los principales desfogues se mantienen entre los 25 l/s, siendo el quinel (Infaestructura colectora de drenajes) de Bárcenas en Villa Nueva y el quinel Cementerio en San Miguel Petapa, los desfogues que mayor volumen de agua residual aportan al río Platanitos. Según AMSA 2016, el caudal promedio del río Platanitos es un poco más de 200 l/s. podría asumirse que más del 25 % del total de cauce de río Platanitos se le atribuye al desfogue de aguas residuales.

b. Temperatura

Como se aprecia en la figura 14, la temperatura promedio es mayor en los desfogues de parte baja de la microcuenca, debido a que los desfogues de Valles de María, Los Arcos, y la planta de tratamiento de agua residual Las Margaritas, presentan los valores más altos (28 °C a 30 °C). Este aumento en la temperatura puede estar relacionado con el uso industrial en la parte baja de la microcuenca, principalmente en actividades de aseo. El aumento de la temperatura modifica las características biofísicas del agua, como la flora y fauna y en la cantidad de oxígeno.

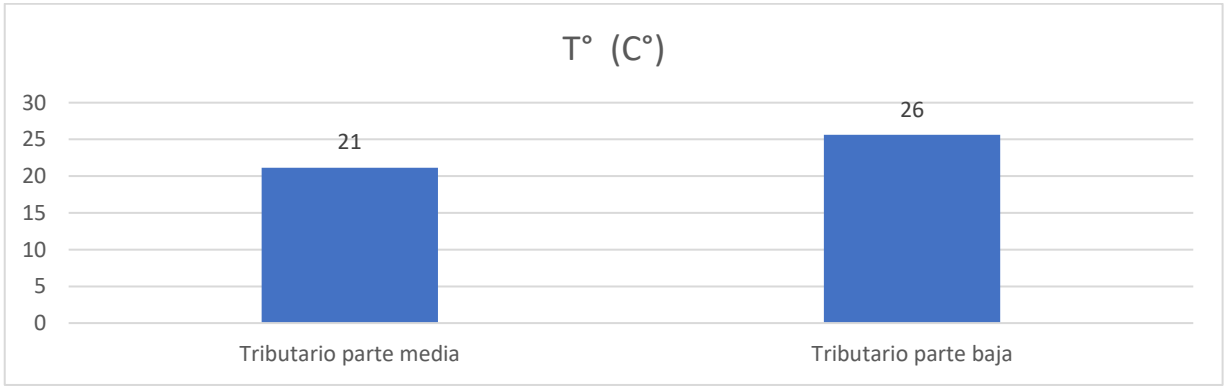


Figura 16. Comparación de la temperatura en los desfogues identificados.

c. Grasas y aceites

Se percibe que las principales fuentes de grasas y aceites son los usos domésticos y el funcionamiento de rastros en el área, concentraciones que sobrepasan el parámetro establecido por el Acuerdo Gubernativo 236-2006 para la etapa 3 (10 mg/l) encontrando tanto en la parte baja como media valores más altos (35 mg/l). Con el dato sobresaliente se identifica la planta de tratamiento de agua residual ENCA, en donde se presume que uno de los orígenes principales de las aguas residuales que colecta es un rastro porcino en la parte alta de la microcuenca.

d. Demanda biológica de oxígeno

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno consumido en el proceso de fermentación de la materia orgánica presente, lo que indica que, a mayor material fermentable presente en el cuerpo de agua, habrá más pérdida de oxígeno. Refleja el oxígeno utilizado por los microorganismos biológicos (bacterias para fermentar la materia orgánica, de origen doméstico principalmente, dentro del cuerpo de agua. Considerablemente como se observa en la figura 15, en la parte media se identifica un aumento de demanda de oxígeno encontrando el valor más alto en la planta de tratamiento ENCA, y en la parte baja el desfogue La Arenera presenta un valor muy similar, mayor a los 900 mg/l O_2, sobrepasando el límite máximo permisible (100 mg/l), lo que representa un dato negativo para el cauce de río ya que aunque haya oxigenación natural a partir de la parte media, disminuyendo esta demanda, en la parte baja encontramos desfogues con bajas concentraciones de oxigeno por la alta cantidad de contaminantes.

e. Demanda química de oxígeno

A diferencia de la demanda biológica de oxígeno, este parámetro refleja la cantidad de materia que es oxidable químicamente, materia de origen industrial principalmente, identificando que es en la parte media donde puntea más alto la concentración de este tipo de materia, como se representa en la figura 15, valores promedio más altos en la parte media (893 mg/l) con , indicando la importancia de poner atención en manejo que le dan las industrias a sus aguas residuales antes de su disposición final.

f. Relación de la demanda biológica y química de oxígeno DQO/DBO

La relación DQO/DBO como se observa en la figura 15, no sobrepasa el límite máximo permisible (2.5:1), de ser así, los desechos que aportaran mayor carga principalmente debieran de ser de origen industrial, no obstante, se interpreta que existe una carga alta de

desechos que son de naturaleza domiciliar, por lo que explica la razón de que en gran medida el proceso de tratamiento de estas aguas deberá de ser por medio de procesos biológicos.

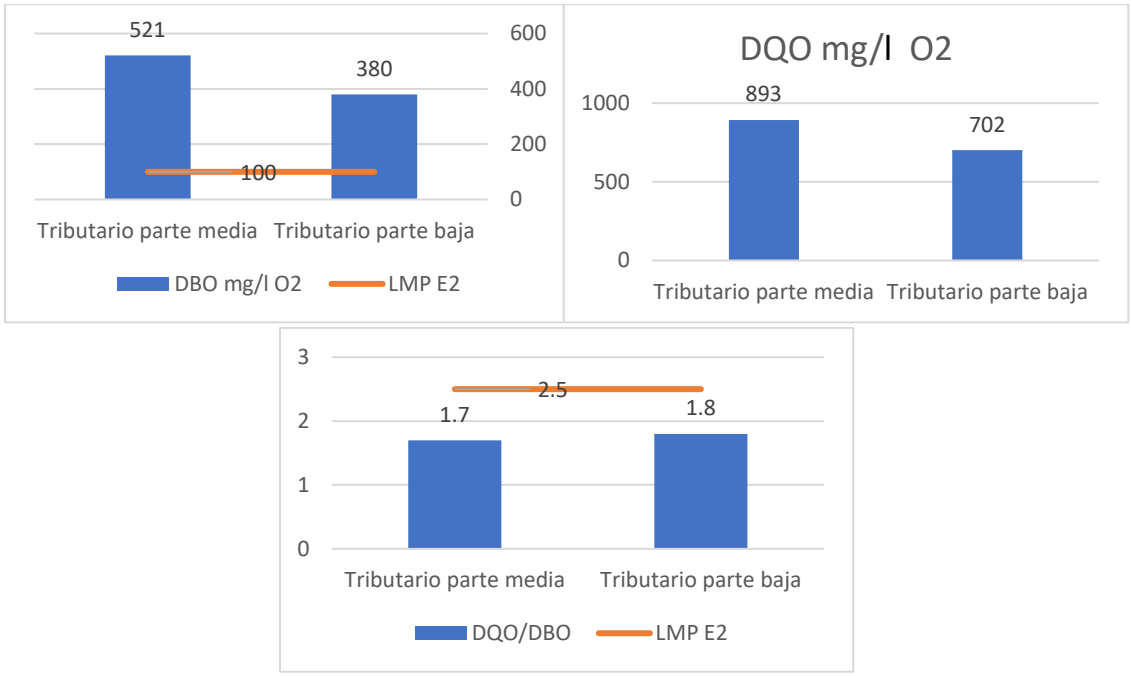


Figura 17. Comparación de la DBO Y DQO en los desfogues identificados.

g. Sólidos

Tanto para los sólidos suspendidos, en donde se determina el cálculo de materia sólida presente en el agua residual, como para los sólidos sedimentables, que determinan la cantidad de materia sedimentable en el agua; en la gráfica 16 se identifica que el promedio para los desfogues de la parte baja es menor, aunque en ambas partes el promedio se sobrepasa el límite máximo permisible para los datos de sólidos suspendidos (200 ml/l), encontrando los datos más altos en el desfogue quinel linda vista.

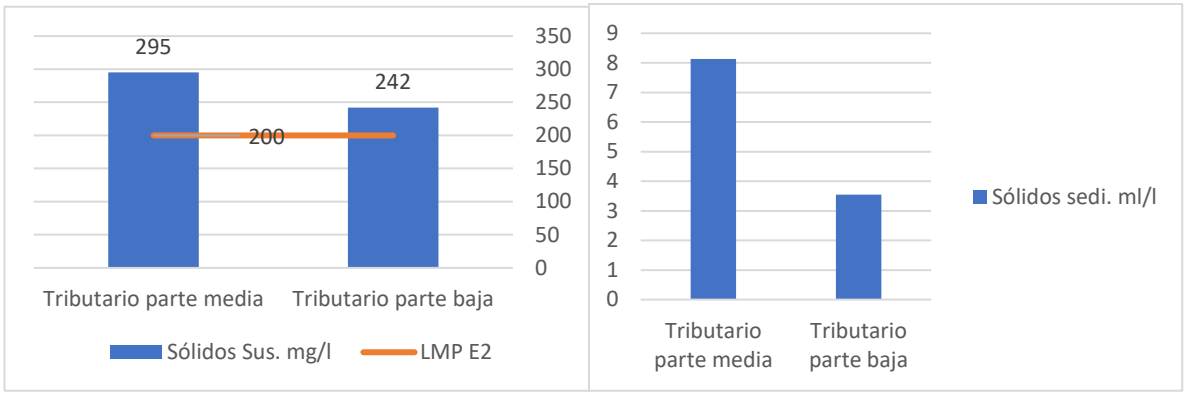


Figura 18. Carga de sólidos en los desfogues identificados.

Estos sólidos son tanto materia orgánica como inorgánica, asumiendo que es este caso en particular son principalmente de origen domiciliar, lo que indica que esta clase de contaminantes puede además trasportar agentes patógenos.

h. Nutrientes (fosforo y nitrógeno)

Los valores que alcanzan estos parámetros tanto para la parte media como baja como se observa en la figura 17, no sobrepasan el límite permisible máximo para la etapa tres, según lo fija el reglamento, no obstante, uno de los principales contaminantes de la cuenca del lago Amatitlán son los nutrientes, ya que permiten el crecimiento de organismos como el alga, lo cual afecta directamente al ecosistema por el exceso. Las principales fuentes son los restos de agroquímicos en la parte alta y media de la microcuenca que llegan a los cuerpos de agua a través del arrastre en época lluviosa, detergentes y desechos biológicos principalmente de origen domiciliar.

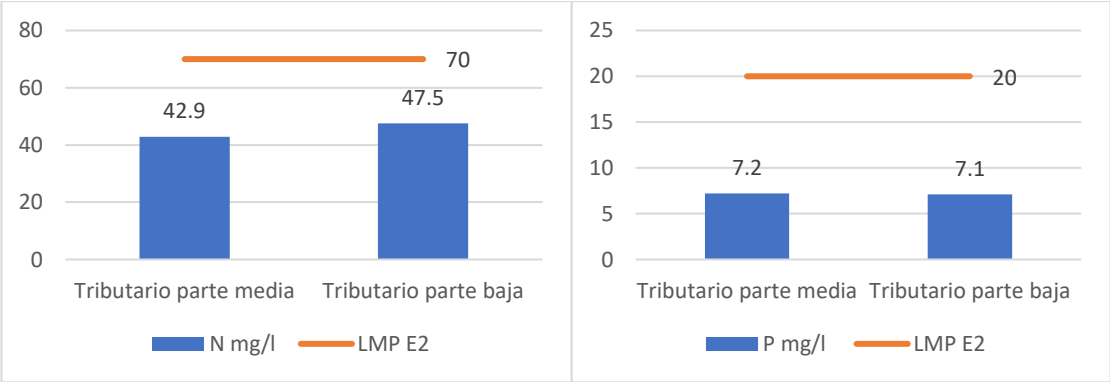


Figura 19. Cargas de nitrógeno y fósforo en los desfogues identificados.

No obstante, estas aguas no sobrepasen los límites, comprendemos que este tipo de contaminantes representa un alto aporte a la contaminación de la cuenca del lago, identificando que la carga que representa la utilización de productos agrícolas no se refleja en estos datos, ya que su medio de integración a la red hídrica, es a través de la escorrentía en época de lluvias principalmente.

Actualmente las plantas de tratamiento de agua residual no reducen estos parámetros debido al costo económico de su tratamiento, lo que dificultará el cumplimento de las etapas siguientes (tres y cuatro) como lo establece el A.G. 236-2006.

i. Potencial de hidrógeno (pH)

Según el promedio de resultados tanto para la parte media como baja los valores se encuentran dentro del rango aceptable para la etapa tres, como lo establece la ley (A.G. 236-2006). Como se visualiza en la figura 18, la tendencia es de un pH neutro hacia un pH levemente básico debido a que los valores en promedio son mayores a 7. El dato que representa un pH ácido lo encontramos en el desfogue de la finca Guillen y el más básico en el desfogue quinel Linda Vista.

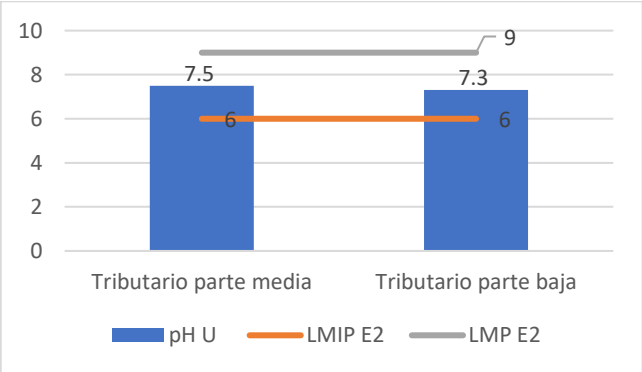


Figura 20. Potencial de hidrógeno en los desfogues identificados.

i. Coliformes fecales

Como se observa en la figura 19, la parte media de la microcuenca el caudal de agua residual es mayor, correspondiente a la cantidad de población para esta área, no obstante, la concentración de coliformes fecales es mayor en la parte baja. Si bien la diferencia entre la parte media y baja en cuanto al promedio de concentración de coliformes fecales en los desfogues identificados, no es significativa. Con respecto al límite máximo permisible si se ve una diferencia en donde los datos obtenidos sobre pasan el límite al que se pretende

llegar en 2020, lo que actual mente esta agua no cumple con los límites máximos permisibles.

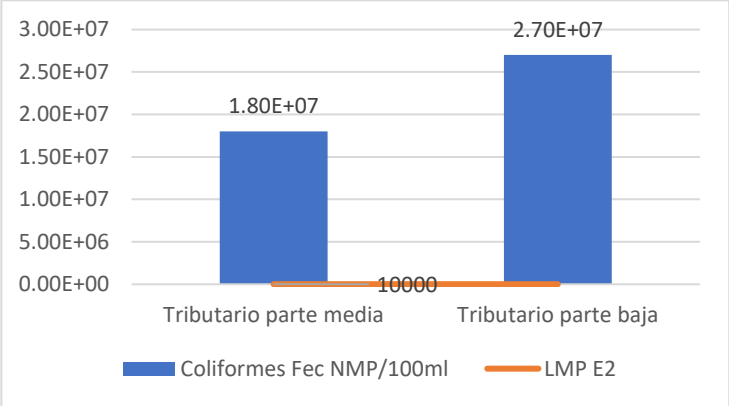


Figura 21. Coliformes fecales en los desfogues identificados.

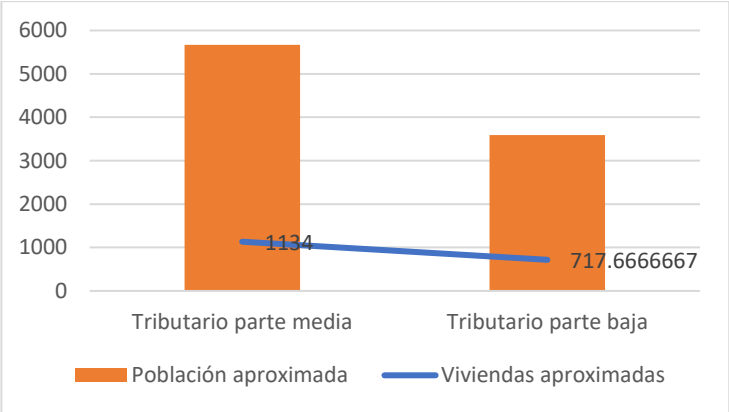


Figura 22. Población tributaria a los desfogues.

Altos valores de coliformes fecales, que sobre pasan los límites máximos permisibles como se refleja en la figura 19, causado por las descargas servidas domésticas, municipales e industriales. Lo que es perjudicial para las personas que utilizan el agua del río Platanitos para riego o para el mantenimiento de animales domésticos. Como vemos en la figura 20, la mayor población y número de viviendas que tributa aguas residuales, pertenecen a la parte media, en donde encontramos mayor número de desfogues y los caudales más altos.

j. Color

El color se mide en cuanto a unidades platino cobalto, encontrando que los valores (350 a 400) para ambas partes (350 a 400) se encuentran bajo el límite máximo permisible el cual se encuentra en 700 unidades, como se observa en la figura 21. En primer lugar, se debe a que no son aguas estancadas y que siguen un curso, lo que evita a que se propicien las reacciones anaeróbicas, evitando el aumento de color en el agua.

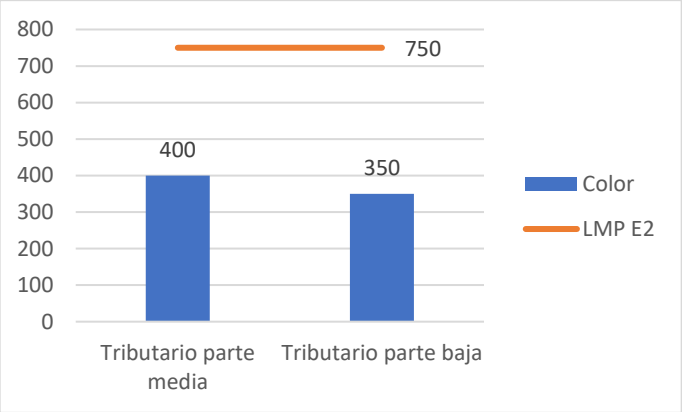


Figura 23. Comparación del color del agua del agua de los desfogues.

C. Explotación minera

En la microcuenca se encuentran zonas del territorio utilizadas para la extracción minera, específicamente en canteras, estimando un área total de un kilómetro cuadrado aproximadamente del total de área de la microcuenca (18 km^2), ubicadas principalmente en partes geomorfológicamente como pie de montes, y con altas pendientes, lo cual provoca arrastre de arena por la escorrentía en época lluviosa, con esto la disposición de estos materiales de arrastre en la parte baja, generando una mayor cantidad de sedimentos lo que en algunos escenarios con altas lluvias, propicia a que ocurran inundaciones e incremente la contaminación hídrica del río, como se puede visualizar en la figura 13.

2.5.1.3. Aspectos biofísicos

A. Clima

La microcuenca del río Platanitos tiene una altura máxima de 2,400 m s.n.m. y una altura mínima de 1,300 m s.n.m., la temperatura promedio anual es de 18.38 C° con una precipitación y evapotranspiración total de 863.3 mm y 1,113.60 mm respectivamente. En

el cuadro 11 se detallan los datos mensuales de precipitación, temperatura y evapotranspiración para las estaciones que se encuentran dentro de la microcuenca.
Cuadro 12. Datos meteorológicos para la microcuenca del río Platanitos 2017-2018.

Estación	Variable	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
MMA	PP (mm)	1.3	1.3	1.5	12.4	156.2	147.3	90.2	191.8	149.1	68.8	3.0	0.0	822.9
	T° (C°)	13.8	14.7	14.9	16.6	16.8	16.1	16.4	16.2	16.3	15.9	14.7	14.1	15.5
	ETP (mm)	100.9	91.6	93.9	105.8	82.5	63.1	104.9	96.8	66.5	61.7	79.3	74.6	1021.6
KM22	PP (mm)	9.4	0.8	2.5	28.7	151.6	33.3	102.9	214.6	73.7	1.3	0.0	0.0	618.8
	T° (C°)	17.7	18.8	19.2	20.4	20.3	19.4	20.6	20.0	19.6	19.5	18.9	18.2	19.4
	ETP (mm)	70.4	74.6	99.3	109.3	118.4	110.9	119.1	113.6	100.1	92.7	73.9	68.2	1150.4
SJVN	PP (mm)	6.1	4.6	6.6	29.0	246.6	236.5	172.2	209.3	116.6	119.9	0.8	0.0	1148.2
	T° (C°)	18.1	19.6	19.9	21.3	21.6	20.7	21.4	20.8	20.8	20.3	19.3	18.8	20.2
	ETP (mm)	108.1	98.4	122.0	117.5	92.6	70.5	114.4	93.1	72.1	79.1	102.0	99.2	1168.8

Los datos de temperatura varían a lo largo del año casi a una misma secuencia, teniendo los datos más bajos de temperatura en los primeros tres y últimos dos meses del año. La estación de AMSA Magdalena Milpas Altas (MMA), que es la que se ubica en la parte alta de la microcuenca, tiene datos menores de temperatura (mínima 13.8 C°) siendo evidente la diferencia en comparación con las otras dos estaciones.

Como se muestra en la figura 22 la precipitación mensual se observa que en los meses de: enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre la precipitación disminuye considerablemente, en donde las tres estaciones coincidieron en gran medida; en los meses de mayo a julio los datos entre estaciones varían, presentando la estación AMSA San José Villa Nueva (SJVN) el dato más alto de precipitación (246.60 mm); aunque las estaciones San José Villa Nueva (SJVN) y Magdalena Milpas Altas (MMA) siguen la misma secuencia, la estación AMSA ubicada en el km 22, difiere en gran escala en el mes de junio por presentar datos bastantes bajos de precipitación (33.30 mm). En el mes de agosto vuelven a coincidir las tres estaciones con datos altos de lluvia, disminuyendo gradualmente en los meses de septiembre y octubre a excepción de la estación San José Villa Nueva (SJVN), que en el mes de octubre aumentaron las lluvias.

En los datos mensuales de evapotranspiración se observa que las estaciones San José Villa Nueva (SJVN) y Magdalena Milpas Altas (MMA) coinciden considerablemente a excepción de los últimos tres meses del año donde la estación San José Villa Nueva (SJVN) aumenta los datos de evapotranspiración, la estación AMSA km 22 no coincide con tas otras estaciones a lo largo del año teniendo valores más altos durante los meses de mayo a octubre. El dato más alto se muestra en la estación de San José Villa Nueva (122 mm) y el dato más bajo (61 mm) de la estación Magdalena Milpas Altas.

En la figura 23 se muestra la localización y las áreas de influencia de las tres estaciones sobre las cuales se realizó esta caracterización.

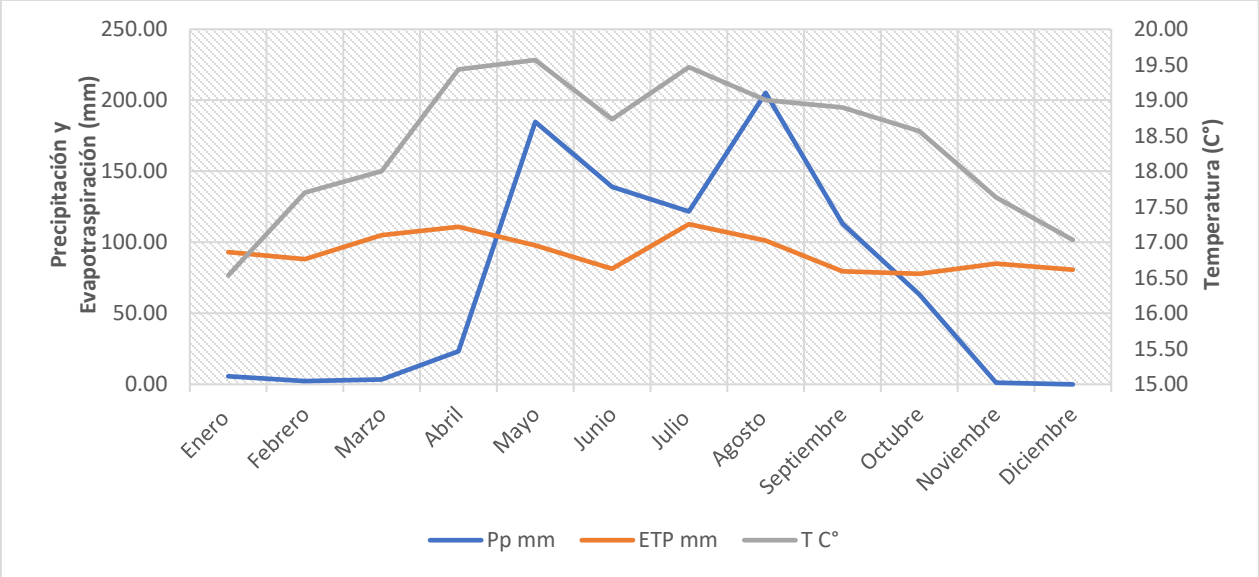


Figura 24. Climadiagrama microcuenca del río Platanitos.

B. Pendiente

Como se observa en la figura 24, la mayor parte del territorio, aproximadamente el 74 % del área, se determinó que tiene valores de pendiente menores a 1 % hasta 26 % lo que se puede considerar como bajas o moderadas, principalmente en la parte media y baja de la microcuenca, en donde encontramos los centros poblados principalmente; las pendientes mayores de 26 % a valores de 55 %, consideradas como fuertemente o muy fuertemente inclinadas, se concentran principalmente en la parte alta de la microcuenca áreas en donde se caracterizan por ser las áreas con cobertura de bosque principalmente.

C. Profundidad efectiva del suelo

Como se aprecia en la figura 25 dentro del área principalmente se encuentran profundidades mayores a 50 cm, lo que permite considerar que los suelos son profundos a moderadamente profundos, indicando que son suelos productivos para la comercialización, no obstante, esto no es determinante para clasificar la potencialidad productiva del suelo debido a que entran otros factores como la pendiente y el uso actual de la tierra. El área con muy baja profundidad, valores menores a 20 cm, es mínima y principalmente se ubica en la parte alta de la microcuenca a inmediaciones de los centros poblados.

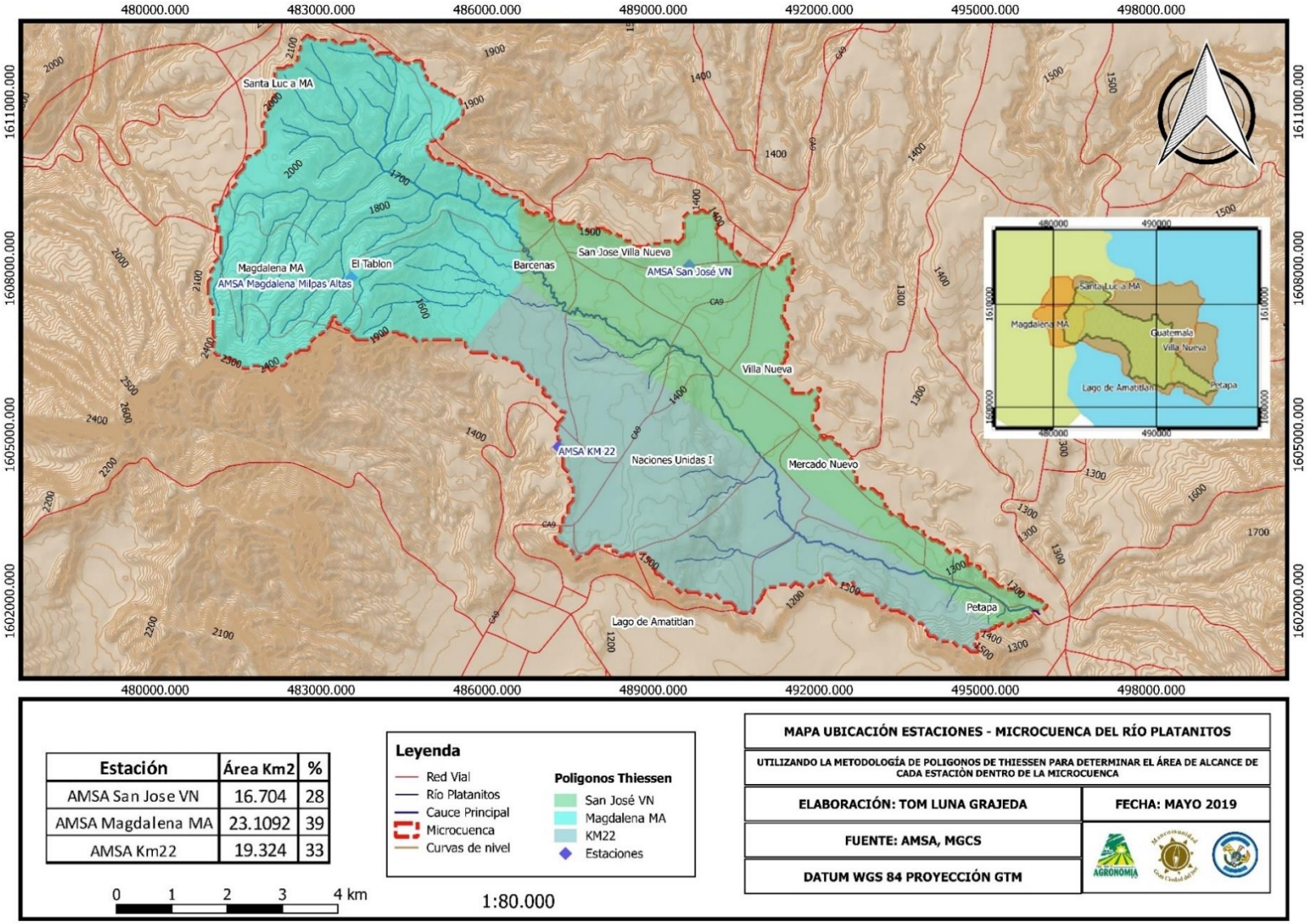


Figura 25. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas en la microcuenca río Platanitos.

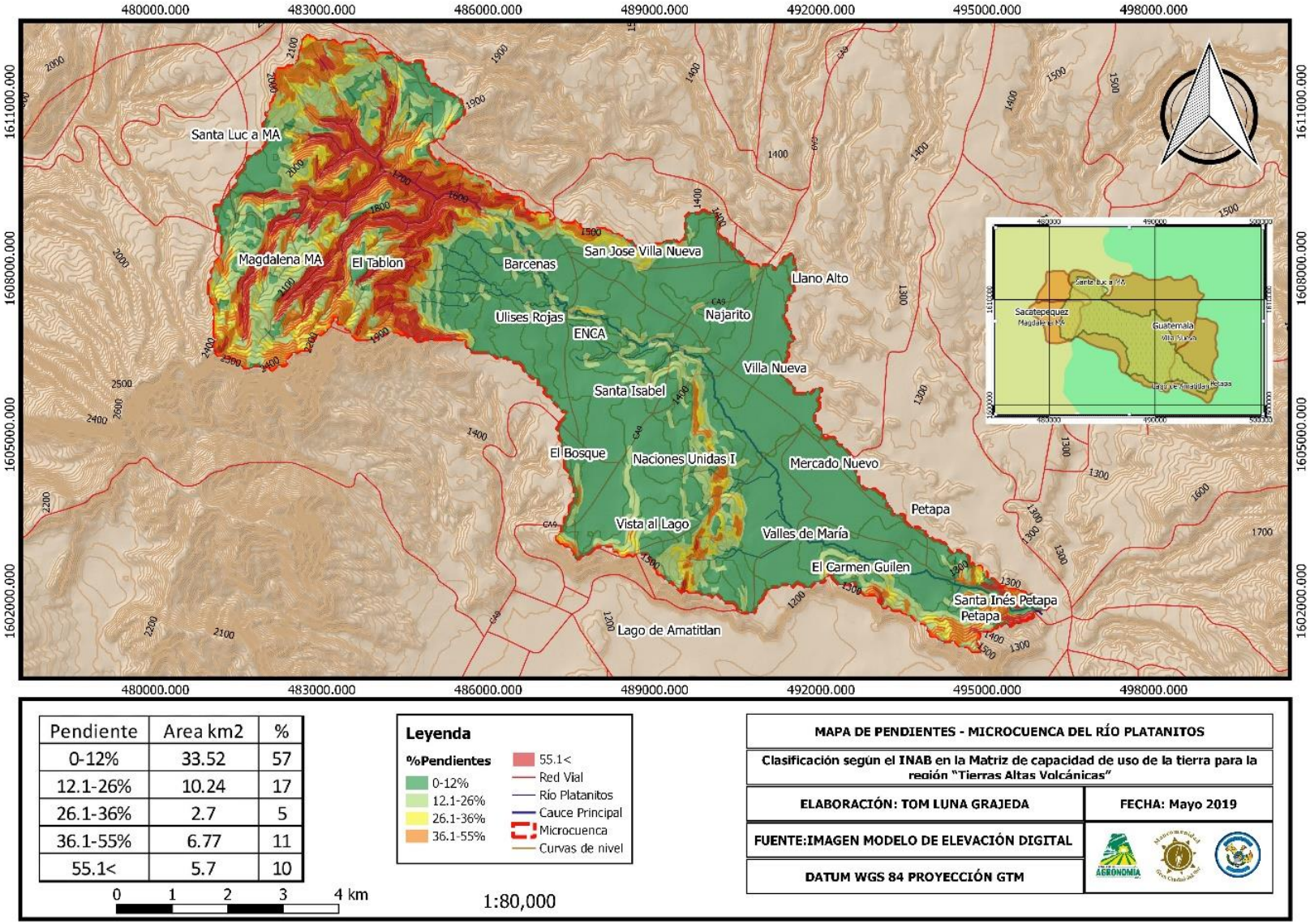


Figura 26. Mapa de clasificación de pendientes en la microcuenca río Platanitos.

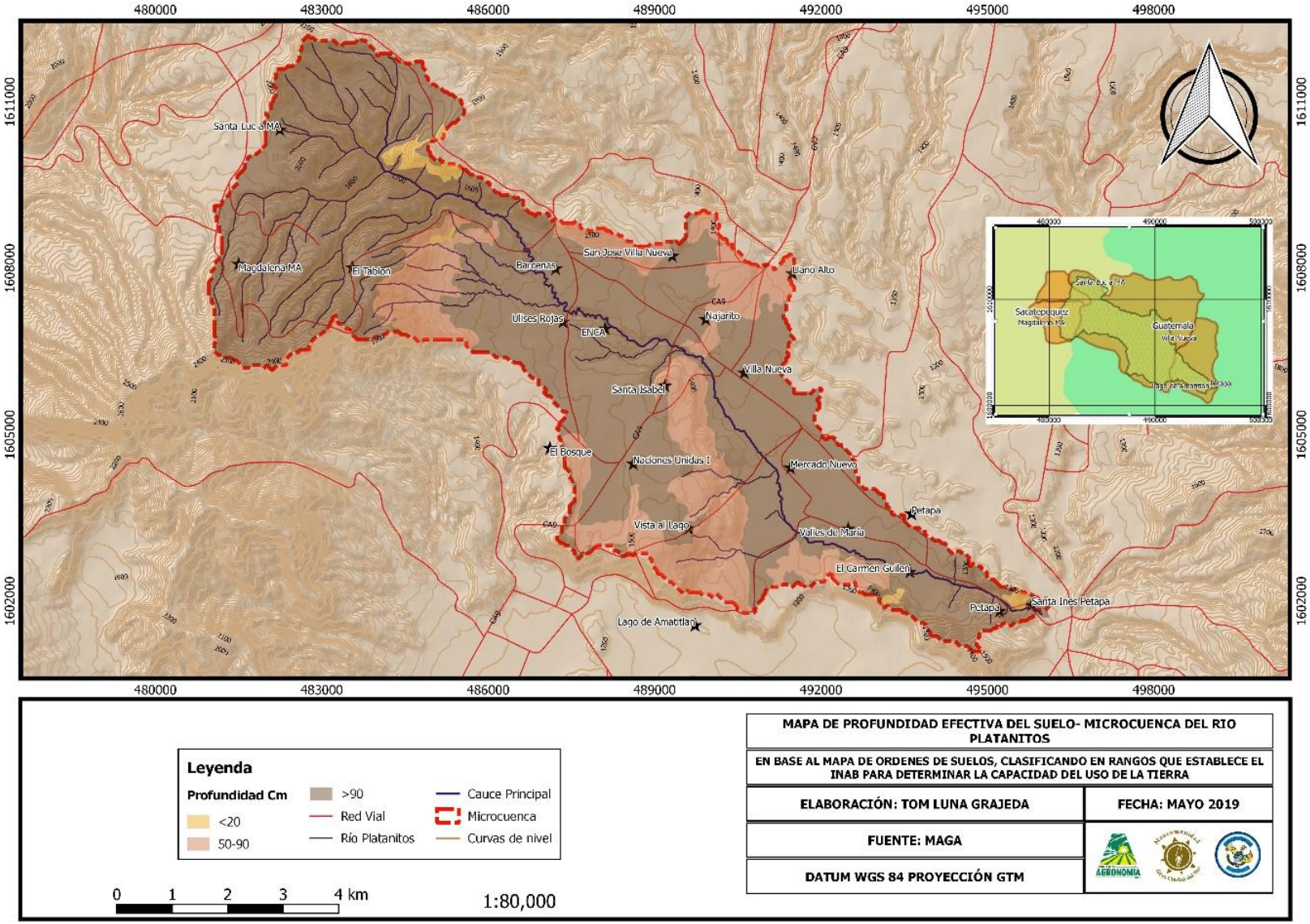


Figura 27.Mapa de clasificación de profundidad efectiva del suelo en la microcuenca río Platanitos.

D. Geoformas

Las geoformas se representan en la figura 27, su disposición es propia del territorio, con características particulares que se clasifican de la siguiente manera:

a. Montañas

Esta geoforma representa los datos más altos de pendiente dentro de la microcuenca mayores a 26 %, son terrenos con elevaciones altas, su formación geológica básicamente es de Tefra Pómez, principalmente se delimita en la parte alta (Aldea el Tablón), dentro del gran paisaje “Montañas Volcánicas del Centro del País”, y otra parte ocupando un área porcentualmente pequeña, específicamente delimitada en el parque la Cerra, que pertenece al gran paisaje “Caldera del Lago de Amatitlán” en donde la formación geológica es por Andesita.

b. Altiplanicie

Terrenos de elevaciones altas, pendientes ligeras, de material de origen piroclástico (Tefra-Pomez), área delimitada únicamente en la parte alta de la microcuenca, específicamente en la parte más poblada de los municipios de Magdalena y Santa Lucía Milpas Altas.

c. Pie de monte

Área delimitada en la parte alta y media de la microcuenca, con pendientes ligeras en donde nace las áreas identificadas como montañas en esta clasificación.

d. Lomeríos

Este tipo de geoforma se encuentra únicamente en la parte baja, son formaciones prolongadas de poca altura, formadas en el área donde se ubican principalmente fallas geológicas y que originalmente fueron montañas de poca altura expuestas a erosión. Áreas ubicadas en los límites de Villa Nueva y San Miguel Petapa con el lago de Amatitlán.

e. Planicie

Área predominante dentro de la microcuenca específicamente en la parte baja, con pendientes bajas o medianamente inclinadas, en donde se asienta la mayoría de la población de los municipios de Villa Nueva y San Miguel Petapa.

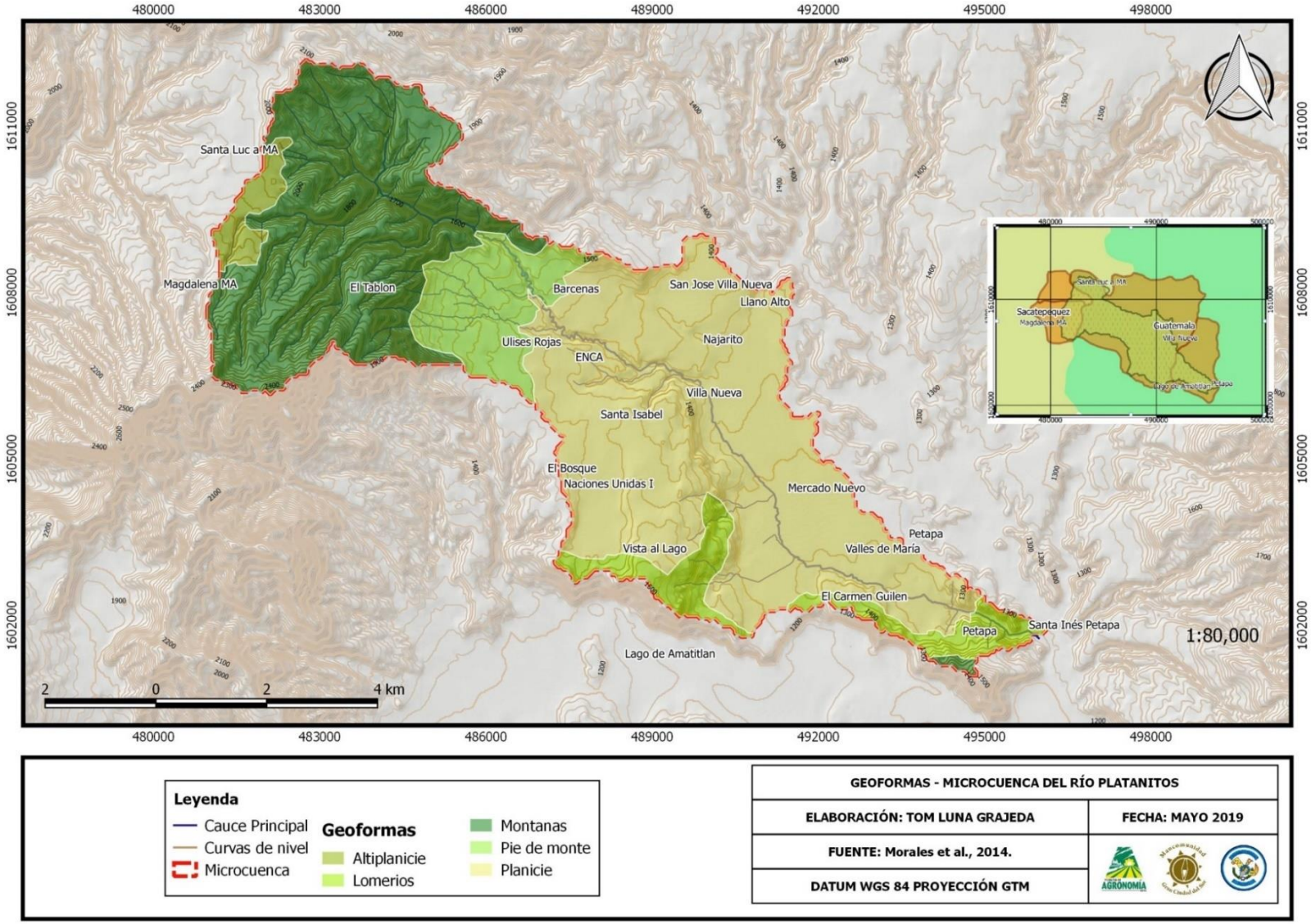


Figura 28. Mapa de geoformas de la microcuenca del río Platanitos.

E. Uso actual de la tierra

Según la metodología de clasificación de uso de la tierra Corine Land Cover adaptada para Guatemala, como se observa en la figura 26, el territorio de la microcuenca del río Platanitos es en el 42.87 % un área urbana, la cual corresponde a territorios artificializados, espacios habitados por la población, zonas urbanas, industriales y comerciales; 24.48 % se clasifica como bosque y medios seminaturales, espacios verdes, con vegetación sin fines agrícolas o comerciales; y el resto aproximadamente el 32.65 % del territorio corresponde a un uso agrícola.

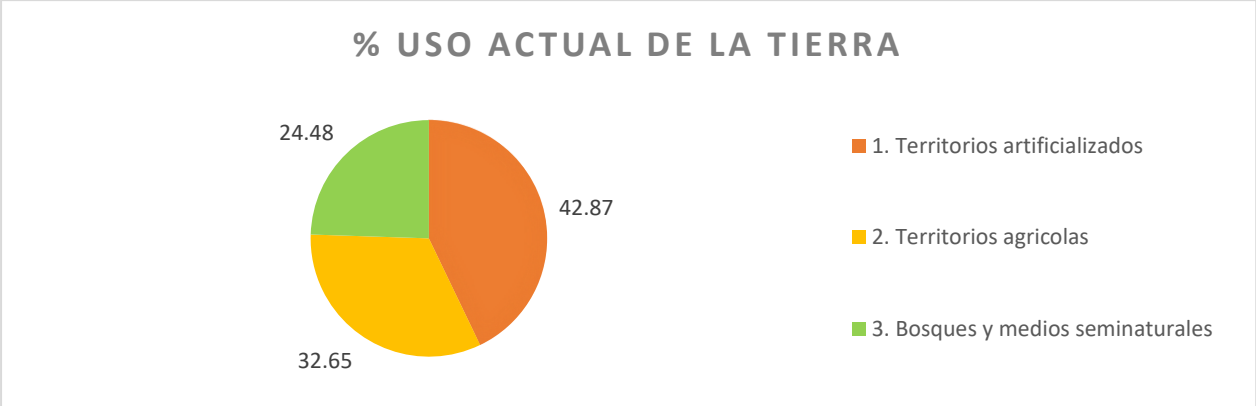


Figura 29. Uso actual de la tierra.

Según los resultados presentados en el cuadro 12 podemos observar que el territorio artificializado predominante en la microcuenca es el urbano continúo en un 28.80 %, en donde encontramos principalmente un uso habitacional, por ser un área cercana a la ciudad capital y a zonas industriales y comerciales, seguido del uso industrial con aproximadamente 6 % y lotificaciones con 3 % del total del territorio, áreas que corresponden al 37 % del territorio, ubicadas principalmente en el municipio de Villa Nueva y en menor proporción en San Miguel Petapa.

El territorio agrícola está principalmente representado por el área de granos básicos con aproximadamente 17 % en la parte alta y media de la microcuenca, seguido de hortalizas con un 7 % y cultivos como macadamia y aguacate en la parte baja con aproximadamente 4 %. En el territorio de bosques y medios seminaturales encontramos principalmente una cobertura de bosque mixto, delimitada en el área de la parte alta que presenta los datos más altos de pendiente dentro de la microcuenca, la cobertura de vegetación arbustiva baja representa un aproximado de 10.81 % del total del territorio. Esta cobertura que abarca el 24.48 % del área total, la encontramos tanto en la parte alta como en la parte baja de la microcuenca como se clasifica en la figura 28.

Cuadro 13. Distribución del territorio por su uso actual.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	km²	%
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas Urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	1.1.1. Tejido urbano continuo	16.99	28.82
		1.1.2. Lotificaciones	1.1.2. Lotificaciones	1.99	3.38
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales	1.2.1.1. Agroindustria	0.09	0.16
			1.2.1.5. Complejo industrial	3.23	5.47
		1.2.2. Comercios y servicios	1.2.2.1. Otros Comercios y servicios	0.12	0.20
			1.2.2.4. Instalación educativa	0.22	0.37
			1.2.2.6. Cementerio	0.10	0.17
			1.2.2.8. Centro comercial	0.19	0.32
			1.2.2.8. Otros comercios y servicios	0.64	1.09
	1.3. Minas, escombreras y zonas en construcción	1.3.1. Zonas de extracción minera (canteras)	1.3.1. Zonas de extracción minera (canteras)	0.73	1.23
	1.4. Zonas verdes artificiales, no agrícolas	1.4.2. Instalación deportiva y recreativa	1.4.2. Instalación deportiva y recreativa	0.98	1.66
2. Territorios agrícolas	2.1. Cultivos anuales	2.1.1. Granos básicos	2.1.1. Granos básicos	9.94	16.86
		2.1.3. Hortalizas	2.1.3.1. Otras hortalizas	4.17	7.07
			2.1.3.2. Tomate	0.57	0.96
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Café	0.84	1.43
		2.2.3. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.3.10. Macadamia	0.40	0.68
			2.2.3.7. Aguacate	2.37	4.01
	2.3. Pastos	2.3.2. Pasto natural	2.3.2. Pasto natural	0.97	1.65
3. Bosques y medios seminaturales	3.1. Bosques	3.1.3. Bosque mixto	3.1.3. Bosque mixto	8.06	13.66
		3.1.5. Plantaciones de bosque monoespecífico	3.1.5.2. Latifoliado	0.87	1.47
	3.2. Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea	3.2.1. Vegetación arbustiva baja (matorral y /o guamil)	3.2.1. Vegetación arbustiva baja (matorral y /o guamil)	5.51	9.34
TOTAL				**58.96**	**100.00**

A inmediaciones de área poblada de Villa Nueva y Petapa, como se observa en la figura 28, el territorio predominante en la microcuenca es la ocupación artificial (comercio, industria y tejido urbano), principalmente se puede clasificar como el uso que permeabiliza el suelo, impactando directamente de manera negativa en la preservación de los recursos naturales; en segundo lugar el uso agrícola, si bien puede tener un imparto en el ambiente este presenta la posibilidad de cambio a otro uso que mejore las condiciones del territorio; con el menor porcentaje está el uso de forestación y medios seminaturales el cual principalmente se ubica en la parte alta de la microcuenca.

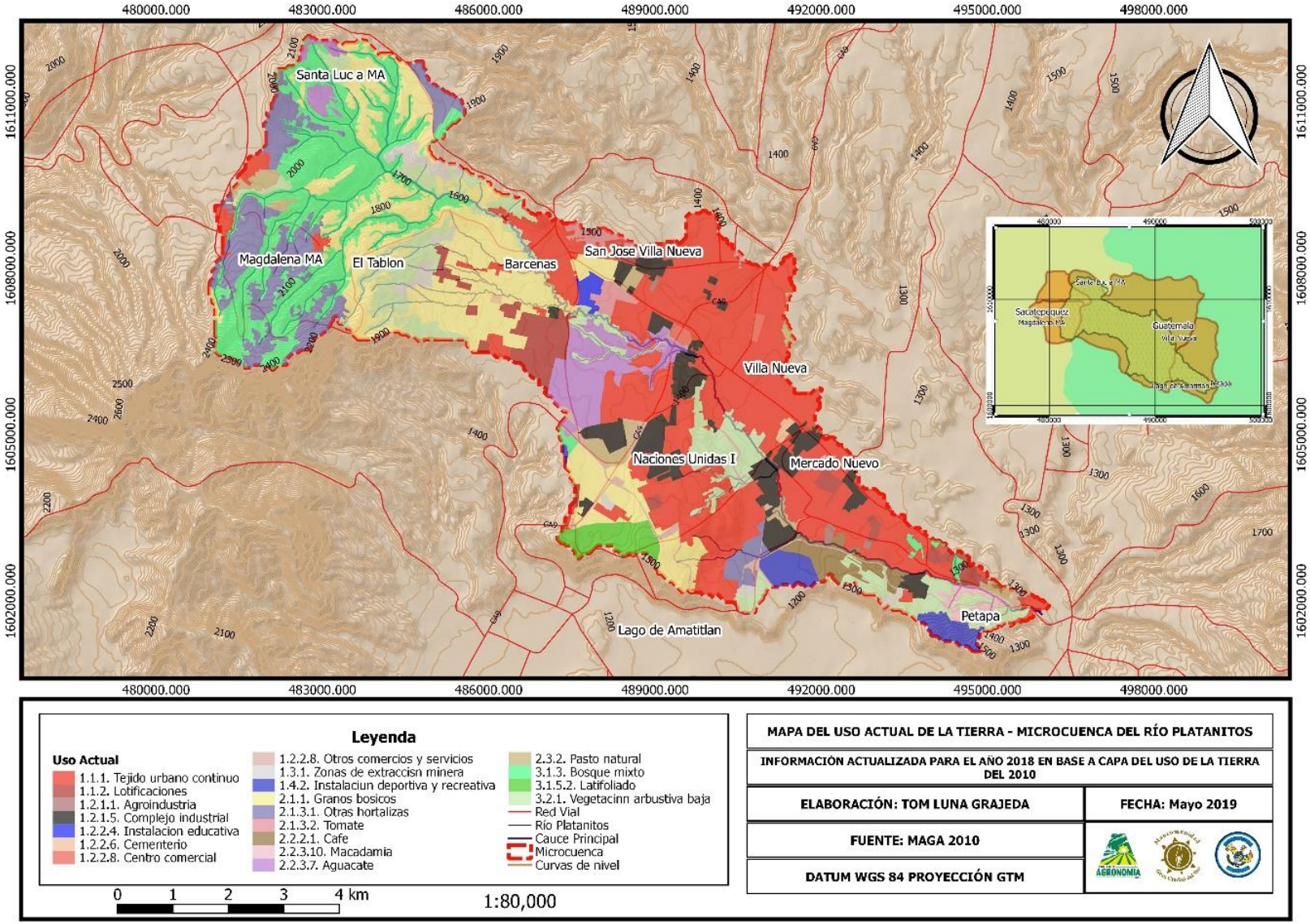


Figura 30. Mapa de uso actual de la tierra de la microcuenca del río Platanitos.

F. Capacidad de uso

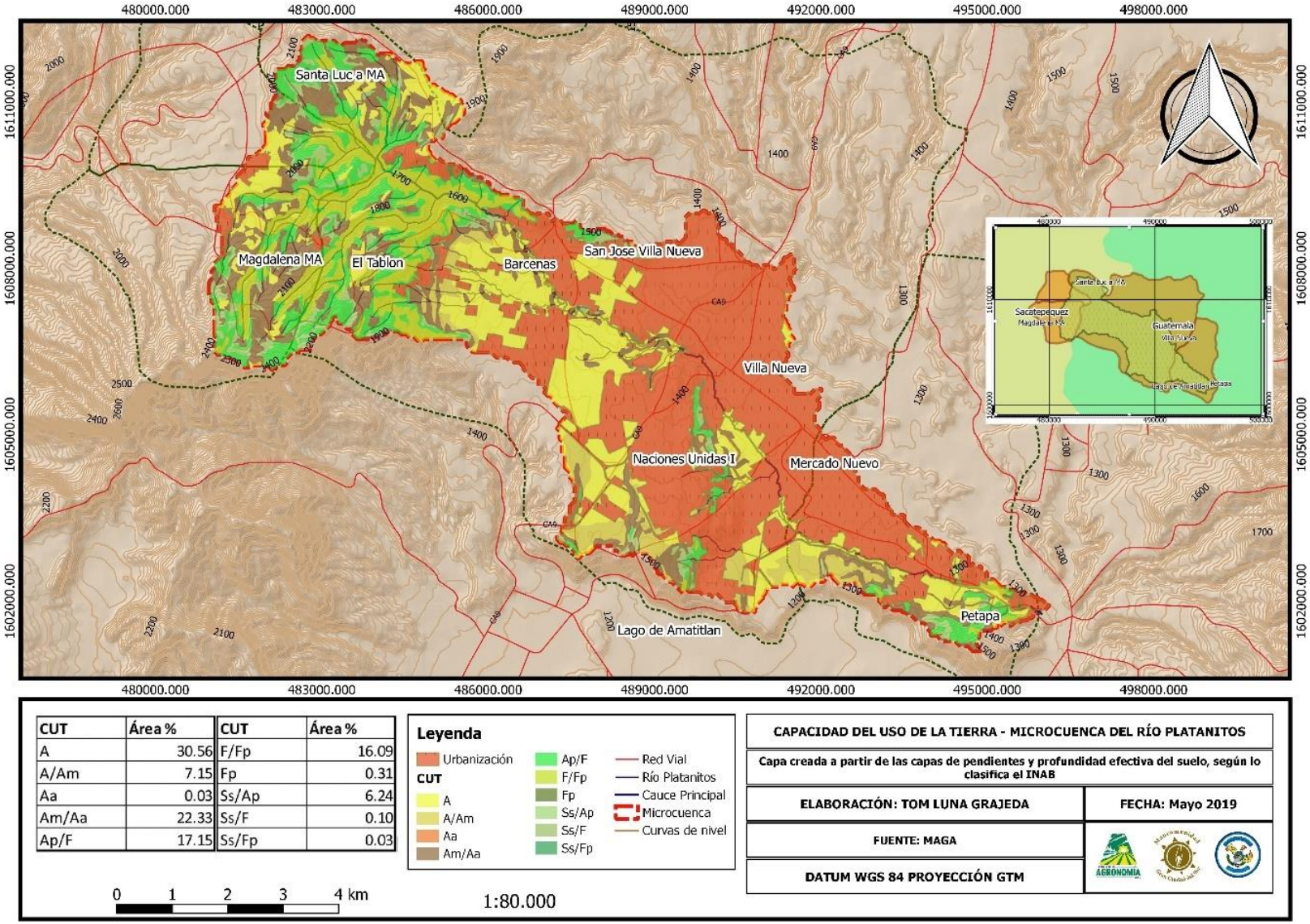
Siguiendo la metodología de clasificación de la tierra en base a su capacidad de uso, se determinaron zonas para el territorio de la microcuenca representadas en la figura 29. Esta metodología es propuesta por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), en donde se tiene una matriz específica para la región fisiográfica “Tierras Altas Volcánicas” de acuerdo a dos factores determinantes: la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno. Esta metodología no toma en cuenta áreas o territorios artificializados.

La categoría “Agricultura sin limitaciones” es la que ocupa el 30.56 % del territorio; áreas con capacidad para la implementación o uso agrícola de monocultivos, o asociados en forma intensiva o extensiva sin mayores limitaciones en sus factores determinantes, como lo establece el INAB.

En segundo lugar, se determinó la zona de “Agricultura con mejoras y/o Agroforestería con cultivos anuales” en un 22.33 %, en este caso permite la opción de dos categorías, en donde encontramos territorios con limitaciones moderadas y que los cultivos anuales deben ser sometidos a prácticas de manejo, conservación, y que pueden ser asociados con árboles.

Tercer y cuarto lugar en cuanto al área de ocupación está “Agroforestería con cultivos permanentes y/o Tierras forestales para producción” y “Tierras forestales para protección” que corresponde al 33.24 %, las dos primeras buscan la producción tanto agrícola como forestal de una manera sostenible, debido a las limitaciones de pendiente y profundidad; por otro lado la última categoría está destinada para áreas con limitaciones severas en cualquiera de los factores, por lo que requiere de actividades forestales de protección y/o conservación ambiental.

Por último, tenemos “Sistemas Silvopastoriles”, 6.37 % en total, áreas que son aptas para el desarrollo de pastos naturales o cultivos y/o asociados con especies arbóreas como lo indica el INAB.



CUT	Área %	CUT	Área %
A	30.56	F/Fp	16.09
A/Am	7.15	Fp	0.31
Aa	0.03	Ss/Ap	6.24
Am/Aa	22.33	Ss/F	0.10
Ap/F	17.15	Ss/Fp	0.03

Figura 31. Mapa de capacidad de uso de la tierra de la microcuenca del río Platanitos.

G. Intensidad de uso

Este indicador presenta la situación actual al uso de la tierra respecto a la aptitud que tiene, para esto se sobrepone el mapa de uso actual de la tierra y el mapa de capacidad de uso de la tierra. Se determinaron tres categorías, las cuales clasifican el territorio excluyendo el área urbana o territorio artificializado.

El territorio demuestra un gran potencial para el desarrollo agrícola. Como lo muestra la figura 30, un 47 % del territorio tiene un sub uso, lo que indica que el uso actual que se hace de esta área en específico, no aprovecha la capacidad o aptitud de la tierra que tiene. El área que ocupa el 24 % del territorio estudiado, corresponde a un sobre uso, el cual indica que el uso actual es intensivo y no corresponde a su capacidad, presentando un riesgo en cuanto a la degradación de los recursos y el suelo, para esta categoría el uso es agrícola lo cual por las características de esta área esta actividad debe ser remplazada por un uso menos intensivo.

Como se observa en la figura 31, un tercio del territorio (29.00 %) actualmente tiene un uso coherente respecto a la aptitud de la tierra, siendo principalmente áreas de bosque mixto. Esto nos muestra que aproximadamente para el uso del 70 % del territorio de la microcuenca se debe someter a un proceso de planificación y manejo, tomando muy en cuenta las características intrínsecas del territorio que en este estudio se describen.

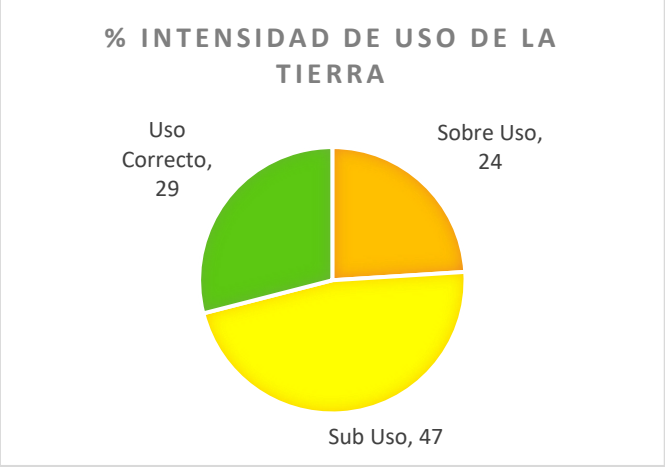


Figura 32. Intensidad de uso de la tierra.

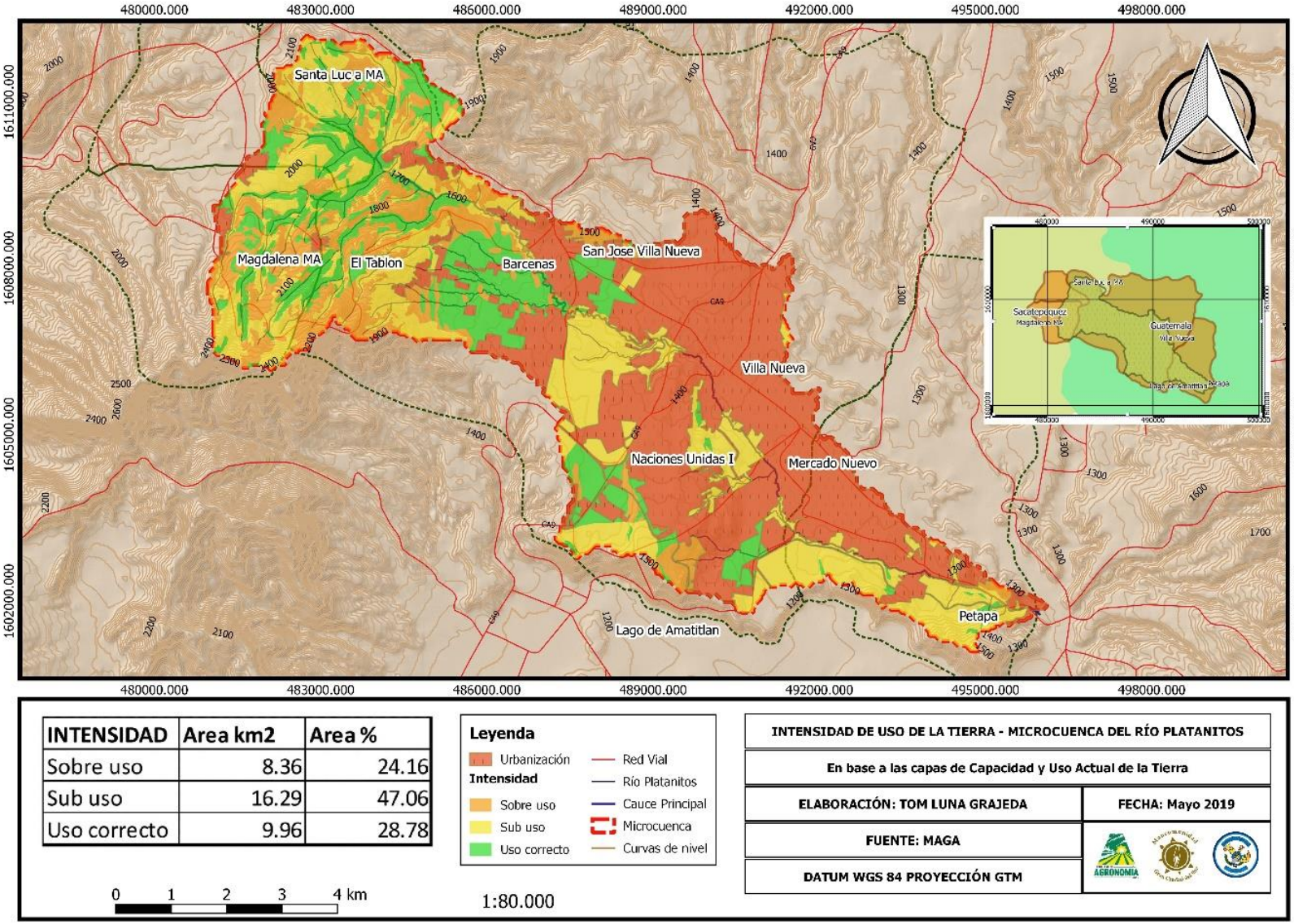


Figura 33. Mapa de Intensidad de Uso de la tierra de la microcuenca del río Platanitos.

H. Recarga hídrica potencial

Este indicador se obtuvo a partir del balance hídrico de suelos, esto se realizó por medio de zonas previamente determinadas en base a ciertos criterios, obteniendo 25 zonas homogéneas como resultado del traslape de tres aspectos fundamentales, uso y cobertura de la tierra, la clasificación del material geológico y el área de influencia de estaciones climáticas (figura 37A).

Determinando principalmente el volumen anual de recarga hídrica potencial del suelo por zona, se calculó, además, el volumen anual de recarga hídrica por kilómetro cuadrado (cuadro 13). En base a esto y como se representa en la figura 32, se determinó que en la mayor parte del territorio (52.97 %) presenta una recarga hídrica potencial media, lo cual es positivo para el territorio, sin embargo, es de suma importancia su manejo y evitar en gran medida su impermeabilización; en un 5.08 % la recarga es alta y un aproximado de 0.66 % del territorio tiene una recarga muy alta. El resto del territorio se asume que es área impermeable, en un 41.29 % del total del territorio de la microcuenca.

El factor precipitación fue el más determinante para este estudio, específicamente para el cálculo de la recarga hídrica potencial, evidenciando que el área de influencia de la estación San José Villa Nueva representa la mayor recarga de dentro de la microcuenca, y es también el área que presenta los datos más altos en cuanto a precipitación, sin embargo, existen excepciones en áreas (zona de muy alta recarga potencial) en donde la cobertura tuvo mayor impacto.

Las zonas de alta recarga hídrica se ubican principalmente en áreas inmersas dentro de las zonas más urbanizadas del territorio y cercanas a la ribera del cauce principal del río platanitos.

Las zonas con muy alta recarga hídrica se caracterizan por ubicarse en los territorios con cobertura forestal o arbustiva y al igual que las zonas de recarga alta, se ubican dentro o cercanas de la ribera del río platanitos.

Cuadro 14. Cuadro resumen del cálculo de recarga hídrica potencial por zona.

No	ZONA Estación metereológica/Cobertura/ Geologìa	Área (m^2)	Rp (m)	Volúmen (m^3)	Área (km^2)	(m^3/km^2)	Clase
1	KM22/Av/Qtd	2196262.36	0.07	146438.59	2.20	66676.27	MEDIA
2	KM22/Av/Qti	1420986.05	0.06	82548.31	1.42	58092.27	MEDIA
3	KM22/Av/Tva	297368.54	0.06	17274.81	0.30	58092.27	MEDIA
4	KM22/C/Qal	347357.95	0.08	26142.25	0.35	75260.27	MEDIA
5	KM22/C/Qtd	2748037.49	0.08	206818.05	2.75	75260.27	MEDIA
6	KM22/C/Qti	1968498.46	0.08	148149.73	1.97	75260.27	MEDIA
7	KM22/C/Qts	79390.53	0.08	5974.95	0.08	75260.27	MEDIA
8	KM22/C/Tva	125586.01	0.08	9451.64	0.13	75260.27	MEDIA
9	KM22/P/Qtd	114881.38	0.08	8621.35	0.11	75045.67	MEDIA
10	KM22/P/Qti	291150.51	0.08	21912.07	0.29	75260.27	MEDIA
11	MMA/Av/Qts	10151683.71	0.11	1110391.16	10.15	109380.00	MEDIA
12	MMA/Av/Tvd	188122.09	0.07	12458.56	0.19	66225.92	MEDIA
13	MMA/C/Qal	137475.05	0.17	23838.04	0.14	173399.00	ALTA
14	MMA/C/Qtd	225533.14	0.14	30819.56	0.23	136652.00	MEDIA
15	MMA/C/Qts	10605892.32	0.14	1449316.40	10.61	136652.00	MEDIA
16	MMA/C/Tvd	165889.63	0.07	11808.52	0.17	71182.99	MEDIA
17	MMA/P/Qts	279521.83	0.14	38197.22	0.28	136652.00	MEDIA
18	SJ/Av/Qal	341019.53	0.25	86672.37	0.34	254156.60	ALTA
19	SJ/Av/Qtd	644900.61	0.18	115497.46	0.64	179093.43	ALTA
20	SJ/Av/Qti	57870.09	0.26	15208.91	0.06	262811.24	ALTA
21	SJ/Av/Qts	46655.59	0.17	8036.35	0.05	172248.39	ALTA
22	SJ/C/Qal	395350.46	0.33	131641.53	0.40	332974.28	MUY ALTA
23	SJ/C/Qtd	1349265.88	0.27	358673.98	1.35	265828.99	ALTA
24	SJ/C/Qts	208601.53	0.26	54763.65	0.21	262527.54	ALTA
25	SJ/P/Qtd	207696.00	0.26	53926.88	0.21	259643.31	ALTA

Como se observa en el cuadro 13, en su mayoría las zonas determinadas presentan una recarga hídrica ¨media¨ de acuerdo al área que representan, por lo tanto, en algunas zonas el volumen de recarga (Rv) parece ser alto sin embargo al considerar el área que abarca, estos datos representan valores más certeros.

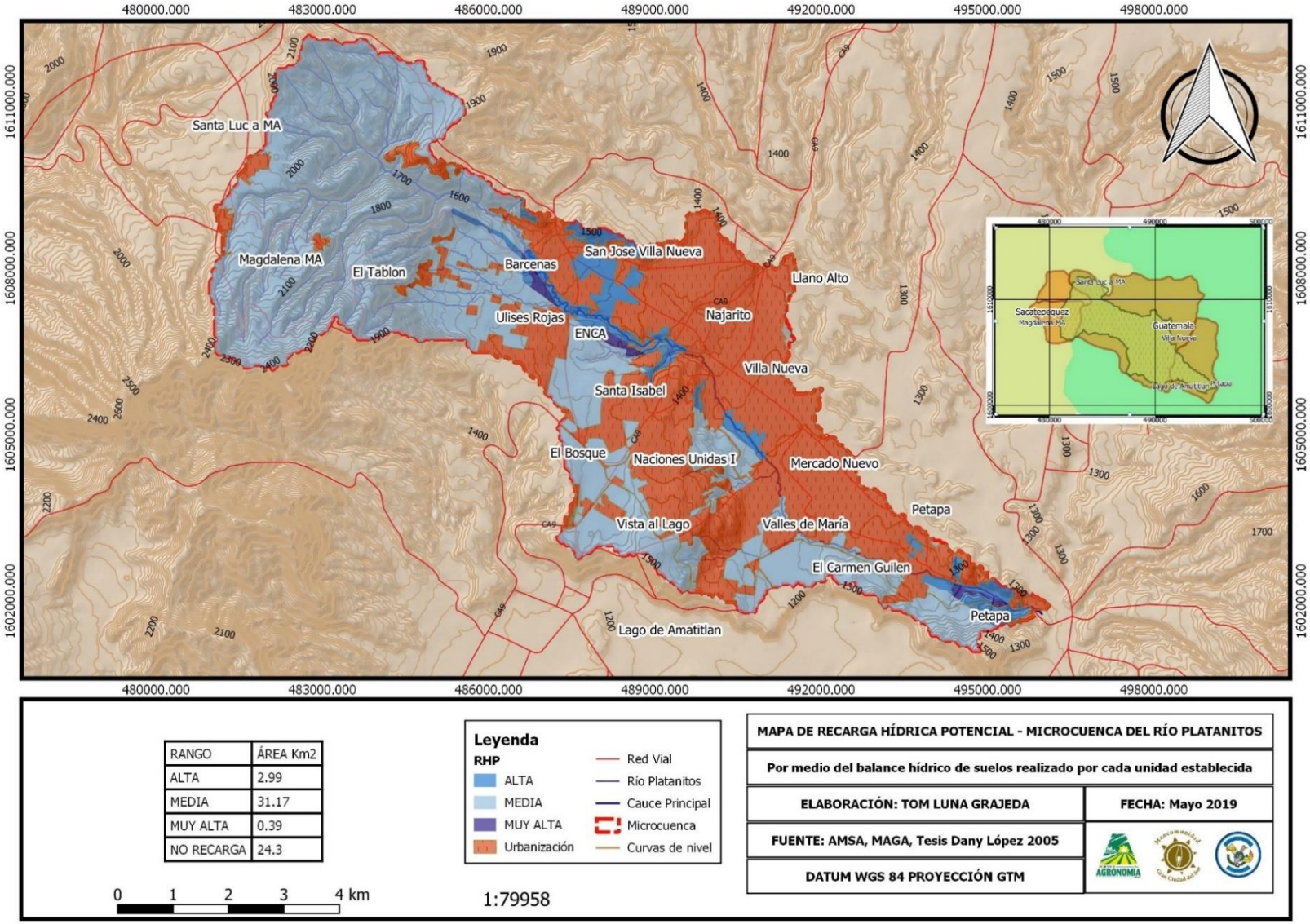


Figura 34. Mapa de zonificación de recarga hídrica potencial de la microcuenca del río Platanitos.

I. Amenazas

La amenaza a eventos naturales como deslizamientos e inundaciones, es parte importante para determinar el riego. En este estudio nos indica y determina las áreas más propensas a ser afectadas por un fenómeno de manera negativa.

Si bien no se determinó el riesgo, se identificaron las áreas con mayor posibilidad de que un fenómeno natural propicie a que ocurran deslizamientos o inundaciones. Se presenta de manera más intensa en la parte alta, específicamente a deslizamientos, y en la parte baja por inundaciones.

Como se observa en la figura 33 aproximadamente más del 51.77 % del área pertenece a las zonas clasificadas de mediana a muy alta amenaza de que ocurra un deslizamiento. Áreas identificadas principalmente en la parte alta, en la parte media y baja en áreas accidentadas y que presentan pendientes fuertemente inclinadas.

En zonas identificadas como planicie y altiplanicie, y que presentan pendientes ligeras, se delimitan las áreas con bajo riesgo a que suceda un deslizamiento. Las cuales corresponden al territorio en donde se ubican la mayoría de centros poblados, centro de Villa Nueva y la parte sur de San Miguel petapa.

A diferencia de la amenaza a deslizamientos, el área que presenta amenaza a inundaciones se ubica en la parte baja, correspondiendo a un área bastante poblada dentro del municipio de San Miguel Petapa, esto debido principalmente a la acumulación de materia que arrastra la corriente desde la parte alta de la microcuenca, materiales producto de la erosión; asumiendo que influye en gran aporte la explotación minera en la parte alta.

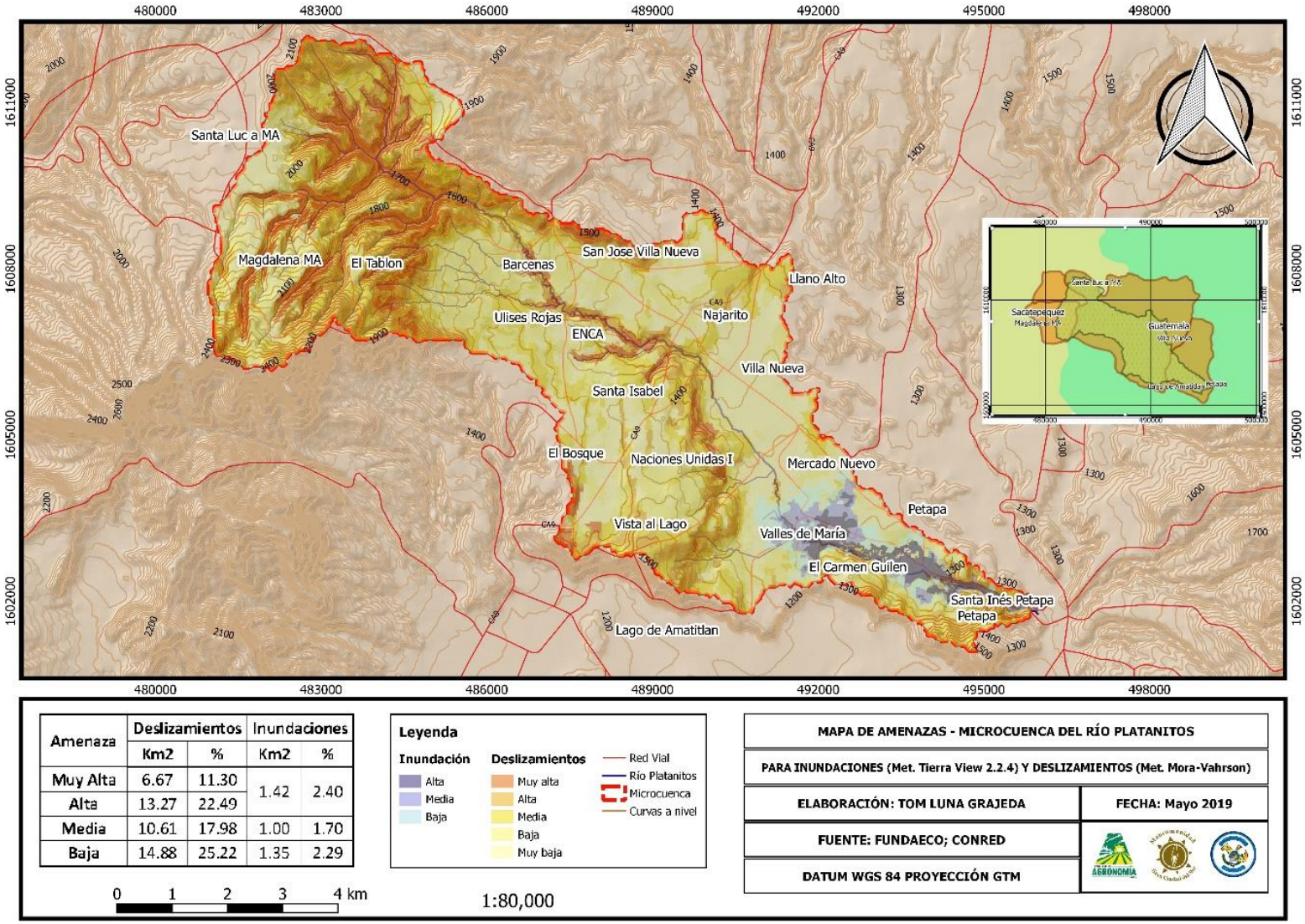


Figura 35. Mapa de zonificación de amenazas de la microcuenca del río Platanitos.

2.5.2. Diagnóstico ambiental

Previamente a determinar y clasificar el territorio en cuanto a categorías para su manejo ambiental, se realiza un análisis integral de todos los aspectos tomados en cuenta en la compilación y caracterización de la microcuenca del río Platanitos. Identificando principalmente las situaciones adversas a los objetivos de un territorio sostenible, que procure la mejora constante de la calidad de vida para la población situada esta área de estudio, además, se identifican las causas y consecuencias de cada uno de los aspectos descritos.

A continuación, en el cuadro 14, se describen las principales situaciones identificadas dentro de la microcuenca, determinadas como resultado de la caracterización de los distintos aspectos tomados en cuenta en este estudio. Concluyendo a través de este análisis que la principal problemática que engloba cada uno de estas situaciones, es la necesidad de ordenamiento y organización del territorio, en donde se tomen en cuenta para la delimitación y la clasificación las características ambientales que presentan según los distintos componentes identificados, esto permite las autoridades conocer y presentar una herramienta de gestión para el manejo correcto de los recursos naturales, preservando el ambiente y mejorando la calidad de visa de la población actual y futura.

El diagnóstico se enfoca en ocho categorías: demografía, educación, salud, economía, organización comunitaria, situación hídrica, componente edáfico y en el tema de saneamiento ambiental. Para cada una de estas categorías se identifican lo aspectos identificados en esta investigación, determinando las causas y consecuencias.

Cuadro 15 Identificación de las principales problemáticas en la microcuenca del río Platanitos.

Componente	Situación	Causas	Consecuencias
Demográfico	Crecimiento poblacional acelerado en la parte baja.	Migración de población al área metropolitana por el crecimiento económico concentrado. Migración por oportunidades acceso a servicios de mejor calidad como educación, salud e infraestructura. Predominancia de población joven. Crecimiento de la zona industrial.	Demanda de territorio para uso habitacional Invasión de áreas con amenaza a desastres. Aumento de la producción de desechos orgánicos e inorgánicos. Demanda de bienes y servicios. Aumento del riesgo a desastres por invasión de territorios con amenaza.
Educativo	45 % de la población en edad escolar no está inscrito.	Económica y limitación de estructuras, principalmente en la parte alta y media de la microcuenca sociales como delincuencia común en la parte baja de la microcuenca.	Incremento en la explotación y disminución en oportunidades de trabajo Calidad de vida más deplorable.
Salud	Baja cobertura en centros y equipamiento de salud.	No hay Inversión constante en infraestructura y en servicios de salud por parte de las entidades estatales.	Sistema ineficiente de salud pública. Incremento de costos económicos y sociales.
Económico	Incremento industrial y comercial en la parte baja de la microcuenca.	Cercanía del territorio a la ciudad Alta demanda de bienes y servicios. Falta de alternativas y diversidad de fuentes de empleo.	Oportunidades de empleo Mejora en la economía del territorio Incremento en la concentración e Inmigración de población principalmente en la parte baja. Ocupación del territorio para usos comerciales e industriales.

Continuación del cuadro 14.

Organización comunitaria	Existencia de comunidades organizadas por medio de COCODES u otro tipo de asociaciones. Existencia de instituciones gubernamentales y no gubernamentales.	Necesidades comunitarias. Participación ciudadana. Débil gestión de las instituciones del Estado.	Mejor organización del territorio. Mejora en la aplicación de proyectos comunitarios. Disminución de la delincuencia Desarrollo social, económico, político y ambiental.
Hídrico	Impacto negativo en la calidad y cantidad del recurso hídrico principalmente en la parte baja.	Alta demanda del recurso por la población. Ineficiente sistema de manejo y tratamiento del agua residual. Drenajes domésticos directos al cauce principal en la parte baja. Actividades agropecuarias cercanas a las fuentes de agua (nacimientos y cauce principal).	Incremento de la profundidad de pozos. Problemas de salud y aumento de costos por el consumo de agua con contaminantes químicos. Problemas de salud producidos por la contaminación de las fuentes superficiales con desechos sólidos y líquidos.
Edáfico	Degradación del suelo. Principalmente en la parte media.	Uso inadecuado del suelo en áreas con altas pendientes. Deforestación en la parte media y baja.	Erosión y disminución en la fertilidad de los suelos.
Saneamiento	Existencia de sistemas de tratamiento residuos sólidos y líquidos. Públicos y privados limitados	Alta concentración de contaminantes en el río Platanitos en la parte baja sin ningún tipo de tratamiento. Arrastre y depósitos de desechos sólidos en áreas accidentadas y de alta pendiente.	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados. Contaminación del suelo, del aire (gases tóxicos) y del agua superficial.

Como parte del análisis anterior podemos identificar inicialmente que la expansión horizontal y crecimiento de la población en la microcuenca en uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta, es el crecimiento demográfico desmedido y desordenado, lo que cusa problemas críticos como lo es la impermeabilización del suelo, la incorrecta disposición de desechos sólidos y líquidos, y modificación de la topografía del terreno. Como efecto de lo anterior, identificado en el cuadro 14, encontramos; disminución en los niveles de agua subterránea, lo que lleva a que cada vez los pozos de extracción sean más profundos; la contaminación del río platanitos por desechos líquidos y sólidos, generando problemas sanitarios; contaminación y erosión de los suelos, disminuyendo la capacidad productiva de los suelos; y la disminución de la cobertura vegetal y de áreas verdes, aumentando el riesgo a catástrofes y la contaminación.

Se ve reflejada una gran necesidad en educación, la deficiente cobertura en el área tiene mucho impacto en la asistencia y el compromiso de la población a procurar un crecimiento académico. La educación tiene un gran impacto en las decisiones y acciones que se toman en el territorio, es importante para la población que este derecho al igual que la salud tenga un mayor impacto y un mejor alcance, pues es una manera directa de contribuir con la planificación familiar y así la planificación comunitaria y territorial. Además de la importancia que tiene la educación y que esta tenga un mejor alcance, también la mejora de los servicios para la población que reside en esta área, potencializa la economía, generando más y mejores oportunidades de empleo. Es importante que a través de las organizaciones comunitarias se gestionen estas necesidades ante el gobierno local, por lo que tiene una alta incidencia en el desarrollo del territorio, que exista participación e involucración ciudadana.

Además de lo anterior, la gestión de las instituciones y organizaciones que forman parte de los actores políticos y sociales, es importante para el desarrollo sostenible del territorio. Involucrándose con las organizaciones comunitarias, que de esta manera se propongan soluciones que generen programas y proyectos más dirigidos, contando con las necesidades e intereses de las personas que viven dentro de la microcuenca del río Platanitos.

2.5.3. Zonificación ambiental

Como respuesta a las problemáticas identificadas en el diagnóstico se generaron zonas del territorio de la microcuenca del río Platanitos, con base a una matriz la cual toma en cuenta cinco indicadores determinantes para la generación de zonas homogéneas, estos se describen en el cuadro 15.

Cuadro 16. Simbología para clasificación de zonas homogéneas.

Símbolo							A / B / C / D / E
A							
Amenaza a Inundación							
IA		**IM**				**IB**	
Amenaza a inundación Alta		Amenaza a inundación Media				Amenaza a inundación Baja	
B							
Amenaza a deslizamientos							
DA		**DM**				**DB**	
Amenaza a Deslizamiento Alta		Amenaza a Deslizamiento Media				Amenaza a Deslizamiento Baja	
C							
Intensidad de Uso de la Tierra							
SU		**UC**				**SbU**	
Sobre Uso de la Tierra		Uso Correcto de la Tierra				Sub Uso de la Tierra	
D							
Recarga Hídrica Potencial del suelo							
AT		**MA**				**MD**	
Recarga Potencial Alta		Recarga Potencial Muy Alta				Recarga Potencial Media	
E							
Uso Urbano							
111	**112**	**131**	**1215**	**1221**	**1224**	**1226**	**1228**
Tejido urbano continuo	Lotificaciones	Extracción minera	Complejo industrial	Centro comercial	Instalación educativa	Cementerio	Comercios y servicios

2.5.3.1. Indicadores para la generación de unidades homogéneas

A. Amenaza a inundación y a deslizamientos

Estos indicadores son productos de diferentes factores como la precipitación pluvial, pendiente, geología, edafología, entre otros; representando las áreas con riesgo al momento de que entren otros factores en juego como la susceptibilidad del territorio o de la población.

B. Intensidad de uso de la tierra

Este indicador define el territorio en base al uso actual de la tierra y al uso correspondiente según las características propias de suelo.

C. Recarga hídrica potencial del suelo

Este indicador clasifica el territorio en base al volumen de agua que recarga el suelo anualmente por kilómetro cuadrado.

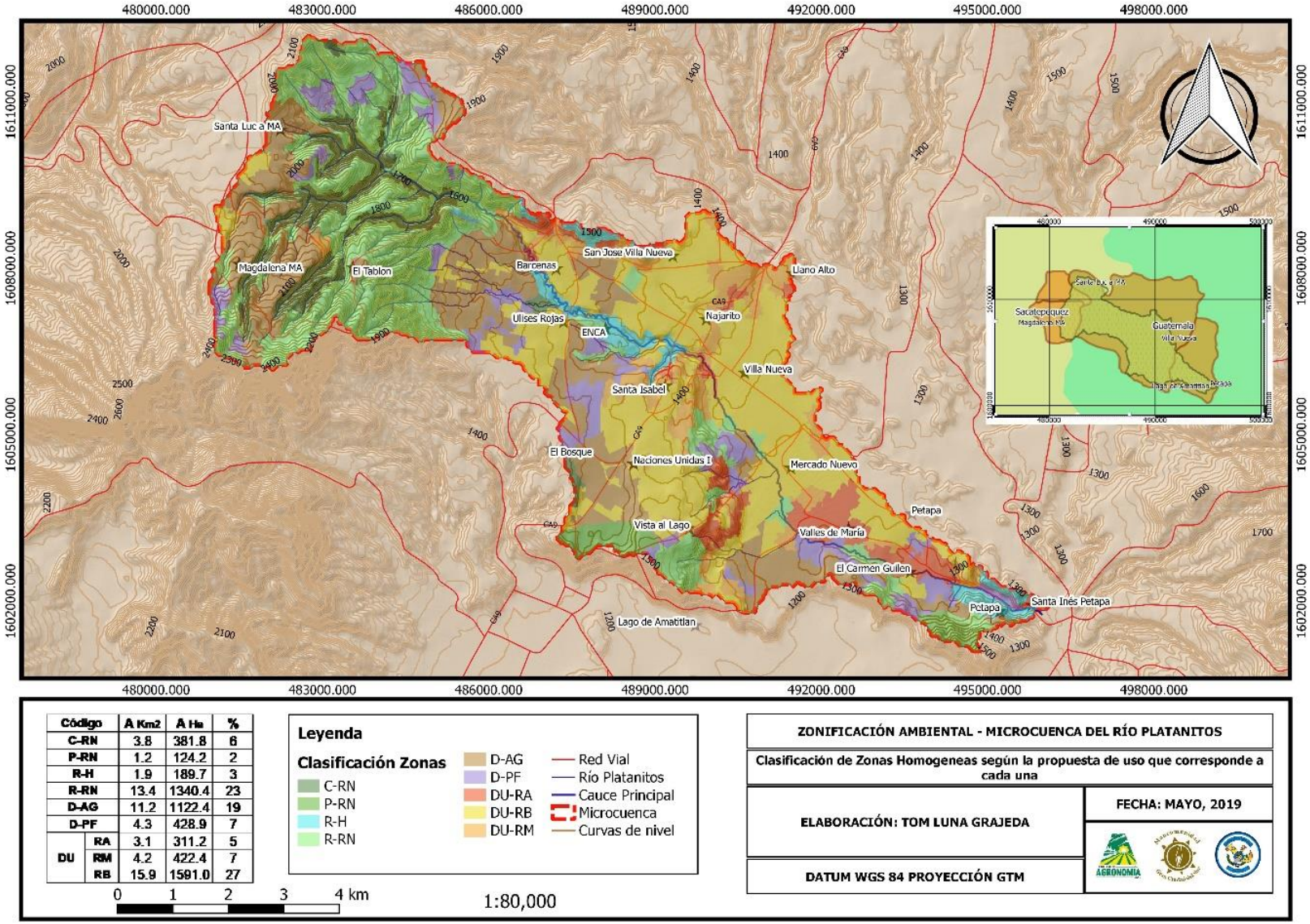
D. Uso del territorio urbano

Este indicador clasifica únicamente el territorio artificializado, debido a que por ser un área con impermeable casi en su totalidad, aspectos como La recarga hídrica y la Intensidad de uso descartan su clasificación.

Por medio de las zonas homogéneas creadas, se valoraron cada una de estas zonas en cuanto a criterios, partiendo del diagnóstico ambiental y se clasificaron según la matriz de zonificación ambiental, propuesta en la metodología.

Como se observa en la figura 34, se determinaron las categorías y unidades de manejo, para las cuales además se describe el uso principal, compatible, condicionado y prohibido.

Predominó el área para desarrollo urbano con aproximadamente un 39 %, seguido del área de recuperación para la conservación ambiental de los recursos naturales con un 23 % del total del territorio y el área para las actividades agrícolas sostenibles con un 19 %, las demás categorías tienen un porcentaje de cobertura menor 10 % por unidad. Las categorías y unidades para esta zonificación forman parte de la adaptación de la metodología utilizada en el estudio de Idea-UN & Cornade (2009).



Código		A Km2	A Ha	%
C-RN		3.8	381.8	6
P-RN		1.2	124.2	2
R-H		1.9	189.7	3
R-RN		13.4	1340.4	23
D-AG		11.2	1122.4	19
D-PF		4.3	428.9	7
DU	RA	3.1	311.2	5
	RM	4.2	422.4	7
	RB	15.9	1591.0	27

Figura 36. Mapa de zonificación ambiental de la microcuenca del río Platanitos.

2.5.3.2. Clasificación de las zonas

A. Categoría de conservación y protección ambiental

Esta categoría busca zonificar unidades de manejo, con enfoque en la protección y conservación de los recursos naturales y las condiciones que actualmente se encuentran presentes en estas zonas.

A. Áreas de conservación ambiental de los recursos naturales (C-RN)

Áreas cuyo fin es la conservación ambiental, es decir aprovechables para: provisión de agua, regulación climática y de riesgos, paisaje, biodiversidad, por lo que requiere la mínima intervención y evitar cualquier modificación. Esta zona ocupa un área de 3.82 km^2 correspondiente al 6.50 % del total del territorio.

- Uso principal: conservación del bosque mixto, fauna y nacimientos de agua.
- Uso compatible: investigación.
- Uso condicionado: ecoturismo (senderismo) y educación ambiental.
- Uso prohibido: actividades socio económicas (producción agropecuaria, minera, industrial, asentamientos humanos, tala de árboles, casa de fauna y vertimiento de residuos).

B. Áreas de protección ambiental de los recursos naturales (P-RN)

Áreas cuyo fin es la protección ambiental, con énfasis en el recuro hídrico por lo que son áreas con respaldo legal o político en cuanto a su protección. Esta zona ocupa un área de 1.24 km^2 correspondiente al 2 % del total del territorio.

- Principal: preservación de la vegetación nativa existente, uso forestal protector con especies nativas.
- Compatible: educación ambiental, aprovechamiento de productos no maderables, restauración ecológica y monitoreo.
- Condicionado: turismo.

- Prohibido: actividades socio económicas (producción agropecuaria, minera, industrial, asentamientos humanos, tala de árboles, casa de fauna y vertimiento de residuos).

B. Categoría de recuperación ambiental

Esta categoría busca zonificar unidades de manejo, con enfoque en la recuperación de zonas que presentan algún tipo de degradación o que actualmente el uso y manejo actual no es el adecuado.

A. Área de recuperación ambiental para la protección del recurso hídrico (R-H)

Áreas de recuperación ambiental para la protección de los recursos naturales con énfasis en el recurso hídrico, zonas sometidas a procesos intensivos e inadecuados de uso, degradación de los suelos, contaminación y deforestación; en donde es necesaria la recuperación para la protección del recurso hídrico. Esta zona ocupa un área de 1.90 km^2 correspondiente al 3 % del total del territorio.

- Principal: protección de los recursos hídricos, uso forestal con especies nativas y conservación de suelos (pastos).

- Compatible: recuperación, aprovechamiento de productos no maderables y manejo del uso de la tierra e Investigación.

- Condicionado: ecoturismo.

- Prohibido: actividades socio económicas (producción agropecuaria, minera, industrial, asentamientos humanos, tala de árboles, casa de fauna y vertimiento de residuos).

B. Área de recuperación para la conservación ambiental de los recursos naturales (R-RN)

Áreas en degradación y conflicto, que requieren de intervención para regresar su capacidad de uso como zonas de conservación, debido a que presentan un grado alto de riesgo o procesos de acelerada degradación del suelo, además son áreas que deben evitar el acelerado crecimiento del uso intensivo de la tierra. Áreas de amortiguamiento. Esta zona ocupa un área de 13.40 km^2 correspondiente al 23 % del total del territorio.

- Principal: restablecimiento y rehabilitación de la cobertura forestal.
- Compatible: investigación, ecoturismo, restauración participativa y monitoreo.
- Condicionado: agroforestal, vivienda dispersa de baja densidad.
- Prohibido: usos intensivos y extensivos agrícolas y pecuarios, urbano, minería, tala y vertimiento de residuos sólidos y líquidos.

C. Categoría de desarrollo socioeconómico sostenible

Esta categoría busca zonificar unidades de manejo, las cuales representan el crecimiento social y económico de la microcuenca, zonas para que el desarrollo y el crecimiento de los componentes sociales puedan darse para una mejor calidad de vida de sus habitantes.

A. Área para actividades agrícolas sostenibles (D-AG)

Áreas destinadas a la producción y desarrollo de la agricultura sostenible. Esta zona ocupa un área de 11.20 km^2 correspondiente al 19 % del total del territorio.

- Principal: agroforestal, ganadería multipropósito en sistemas silvopastoriles y protección de la ribera del río.
- Compatible: investigación, agroturismo, urbanización de baja densidad, equipamiento social rural a pequeña escala, funcionamiento de plantas de tratamiento, de agua potable y servidas, y de residuos sólidos.
- Condicionado: actividades agrícolas con mejoras o cultivos permanentes y agroindustria bajo practicas amigables con el ambiente.
- Prohibido: agricultura de cultivos anuales sin manejo, pecuario extensivo y vertimiento de residuos.

B. Área para actividades forestales productoras/protectoras (D-FP)

Áreas para aprovechamiento económico sostenido en áreas forestales protectoras productoras. Esta zona ocupa un área de 4.3 km^2 correspondiente al 7 % del total del territorio.

- Principal: forestal con especies introducidas para producción o protección.
- Compatible: investigación, ecoturismo, reservas privadas, educación ambiental y restauración ecológica participativa.
- Condicionado: urbano de baja densidad y agroforestal, agrícola en cultivos densos y silvopastoril.
- Prohibido: minería industria asentamientos humanos agricultura de cultivos anuales sin manejo, pecuario extensivo y vertimiento de residuos.

C. Área para el desarrollo urbano (D-U)

Áreas destinadas para el desarrollo urbano directo y sostenible o zonas en uso urbano para promover la sostenibilidad. Tomando en cuenta la amenaza a eventos naturales como deslizamientos e inundaciones: amenaza alta (RA), amenaza media (RM), amenaza baja (RB). Esta zona ocupa un área de 23.20 km^2 correspondiente al 39 % del total del territorio.

- Principal: consolidación y expansión de los desarrollos urbanos existentes, residencial, comercial, institucional y de servicios.
- Compatible: agrícola sostenible y recreativo, control y manejo de vertimientos de residuos sólidos construcción y mejora de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Condicionado: minería, crecimiento urbano en áreas con amenaza media tomando medidas de precaución y mitigación.
- Prohibido: pecuario extensivo, crecimiento urbano en áreas con amenaza alta.

2.6 CONCLUSIONES

1. Se realizó la caracterización biofísica, ambiental y socioeconómica identificando que existe en la microcuenca del río Platanitos una demanda muy alta en cuanto a recursos naturales, lo que la hace un territorio urbano y agrícola en un 42.87 % y 32.65 % respectivamente, teniendo una intensidad de uso con buen manejo de 29 % del total del territorio y un 71 % de uso no correspondiente al potencial de la tierra, indicando que la mayoría del territorio se debe someter a un proceso de planificación y manejo; con problemas de contaminación en el cauce principal del río Platanitos por los desfogues no controlados de agua residual, degradación de suelo por la extracción de arena en la parte media; y alta amenaza de inundación en la parte baja de la microcuenca.

2. Se determinó que la principal problemática es la necesidad de ordenamiento y planificación del territorio para disminuir la creciente degradación de los recursos naturales y gestionar así las acciones necesarias para establecer un plan de manejo correspondiente a las características ambientales y sociales del territorio. Un 24.48 % del territorio pertenece a zonas verdes, muchas identificadas en los dos parques ecológicos (Naciones Unidas, Parque La Cerra), en la parte alta y media de la microcuenca y las pertenecientes al cinturón ecológico de la metrópolis. Áreas importantes para la Recarga hídrica del acuífero, determinando en el territorio zonas de recarga hídrica potencial: muy alta (0.66 %), alta (5.08 %), media (52.97 %) y un área considerada como impermeable (41.29 %).

3. La zonificación ambiental de la microcuenca determinó nueve zonas las cuales contienen propuestas de delimitación geográfica y el establecimiento de los principales usos y manejo de las mismas, con el objetivo de mejorar la calidad ambiental y reducir la creciente degradación de los recursos naturales en el territorio de la microcuenca.

2.7 RECOMENDACIONES

1. Es importante que en los estudios de calidad de agua se tomen en cuenta los parámetros sobre metales pesados, viendo necesario incluir estos parámetros en el análisis de la microcuenca del río Platanitos además de actualizar los datos presentados en este estudio, incluyendo la realización muestreos en la parte alta de la microcuenca.

2. A partir de las zonas delimitadas es necesario un estudio más detallado en donde se tomen en cuenta la participación de las comunidades locales para integrar propuestas dentro de la zonificación técnica y que permita que se lleven a cabo los lineamientos de manejo de una manera más práctica y eficiente.

3. Con base a las categorías establecidas de zonificación ambiental, es importante desarrollar una propuesta de lineamientos de manejo para la microcuenca del río Platanitos.

4. Es importante considerar en los próximos estudios la metodología utilizada en esta zonificación ambiental, estudios con el mismo enfoque. La información presentada puede ser utilizada para proyectos futuros, sirviendo como marco de referencia para planificación y ordenamiento territorial, específicamente para los municipios de Villa Nueva y San Miguel Petapa.

2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña Campos, ES. 2013. Determinación de la calidad del agua en la subcuenca del rio Quiscab, departamento de Sololá, mediante dos índices bióticos. Tesis Ing. Quim. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 113 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0003_A.pdf

2. Aguirre, N. 2007. Manual para el manejo sustentable de cuencas hidrográficas. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 115 p.

3. Alatorre, N. 2006. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/25_norberto_alatorre. pdf

4. Barbosa Camargo, HY. 2013. La zonificación ambiental como insumo para el ordenamiento territorial y la gestión de conflictos territoriales. Bolivia, Comunidad Andina (BioCAN) / Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia. 35 p. Disponible en https://www.portalces.org/sites/default/files/guia_conceptual_modulo_ii_hernan_barbosa.pdf

5. Beltrán, G. 2010. Apuntes cuencas hidrográficas SIG (correspondencia personal). Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte. 76 p.

6. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador); FAO, El Salvador. 1999. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera. Manual del capacitador. San Salvador, El Salvador.99 p

7. Dourojeanni, A; Jouravlev, A. 1999. Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. Chile, CEPAL. 181 p. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/31384/1/S99120968_es.pdf

8. Duarte Alarcón, FH. 2015. Diagnóstico de la microcuenca Los Amates, cuenca grande de Zacapa. Tesis Ing. Agr. Jutiapa, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 99 p. Disponible en http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/03/Duarte-Favio.pdf

9. Fierro Arias, DG; Jiménez Pérez, LL. 2011. Caracterización de la microcuenca del río Manzano, cantón Alausí, provincia de Chimborazo y propuesta de plan de manejo, utilizando herramientas SIG. Tesis Ing. Geol. Amb. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejercito. 237 p. Disponible en http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4288/T-ESPE-032614.pdf?sequence=1&isAllowed=y

10. Gaspari, F; Senisterra, G.; Delgado, M.; Rodríguez, A., Besteiro, S. 2010. Manual de manejo integral de cuencas hidrográficas. La Plata, Argentina, Grupo de Manejo de Cuencas. 321 p.

11. Gavande, SA. 1972. Física de suelos: principios y aplicaciones. México, Limusa. 351 p.

12. Herrera Ibañez, IR. 1995. Manual de hidrología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 223 p.

13. _____. 2012. Estudio hidrológico de la cuenca río Los Ocotes, para determinar las áreas principales de recarga hídrica e identificación de las áreas vulnerables a deslizamientos e inundaciones para proponer alternativas de prevención de la parte noroeste de la ciudad de Guatemala. Guatemala, Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Proyecto FODECYT no. 035-2009. 192 p.

14. Ibáñez López, SM. 2015. Caracterización ambiental de la microcuenca del rio Platanitos de la subcuenca del rio Villa Lobos, municipalidad de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Tesis Inga. Agra. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 117 p. Disponible en http://www.repositorio.usac.edu.gt/2533/1.hassmallThumbnailVersion/SOFIA%20MAYARI%20IBA%C3%91EZ%20LOPEZ.pdf

15. IDEA (Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales, Colombia); CORNADE (Corporación Autonoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare, Colombia). 2009. Plan de ordenación y manejo de la microcuenca Dos Quebradas La Aguada, municipio de San Francisco- Colombia, Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia / Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare (CORNARE). 236 p. Disponible en https://www.cornare.gov.co/POMCAS/Documentos/Dosquebradas_La_Aguada.pdf

16. IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Colombia). 2006. Cajas de herramientas: Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Colombia. 92 p. Disponible en http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca2008.pdf

17. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.

18. Jiménez, F. 2007. Caracterización de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 9 p.

19. López Bautista, DE. 2005. Hidrología de la subcuenca del rio Platanitos, Guatemala, Guatemala. Tesis MSc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. 150 p. Disponible en http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/872/1/25182.pdf

20. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2011. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1:50,000 de la república de Guatemala. Guatemala. 210 p. Disponible en https://www.maga.gob.gt/download/cobertura-vt.pdf

21. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); FAO, Guatemala. 2006. Marco político e institucional relativo al manejo de cuencas hidrográficas en Guatemala: Inventario y análisis. Guatemala. 74 p.

22. Matus, O. 2007. Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 247 p.

23. _____. 2009. Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

24. Morales-Cayax, M; Vanegas-Chacón, E; Bautista-Zúñiga, F. 2014. Diagnóstico agroecológico de la microcuenca periurbana río Platanitos, Guatemala. Tecnología en Marcha 28(2):169-178.

25. Municipalidad de Magdalena Milpas Altas, Guatemala. 2010. Plan de desarrollo del municipio de Magdalena Milpas Altas Sacatepéquez. Guatemala. 74 p.

26. Municipalidad de San Miguel Petapa, Guatemala. 2010. Plan de desarrollo del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala. Guatemala. 94 p.

27. Municipalidad de San Miguel Petapa, Guatemala. 2017. Estudio técnico acuerdo gubernativo 236-2006. San Miguel Petapa, Guatemala. Guatemala. 235 p.

28. _____. 2017. Acuerdo Gubernativo no. 236-2006: Reglamento de las descargas y reusó de aguas residuales y de la disposición de lodos, y su reforma Acuerdo Gubernativo No. 270-2016. Guatemala. 25 p.

29. Municipalidad de Santa Lucía Milpas Altas, Guatemala. 2010. Plan de desarrollo del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Guatemala. 81 p.

30. Municipalidad de Villa Nueva, Guatemala. 2017. Estudio técnico acuerdo gubernativo 236-2006. Villa Nueva, Guatemala. 188 p.

31. Pineda Zambrano, RA; Delgado Martínez, EM. 2012. Diagnóstico ambiental de alternativas de ordenación y manejo de la microcuenca del rio Cariaco, municipio de Consaca, Nariño. San Juan de Pasto, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira. 89 p. Disponible en http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2786/33371586158C392.pdf?sequence=1&isAllowed=y

32. Proyecto Piloto de Descentralización de la Gestión Ambiental en Cuatro Municipios de El Salvador, El Salvador. 2004. MIGAM (Manual "Introducción a la Gestión Ambiental Municipal). El Salvador. 72 p. Disponible en https://es.scribd.com/document/59687545/Manual-de-Introduccion-a-La-Gestion-Ambiental-Municipal

33. Quintana Mondragón, J. 2015. Diagnóstico ambiental de la microcuenca San José para determinar su potencial como área natural protegida en el estado de México. Toluca de Lerdo, México, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional. 172 p. Disponible en http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/23847/UAEM-FAPUR-TESIS-QUINTANA,+JHOVANY+(1).pdf;jsessionid=D2D30DC16F23FA6DEF3FA536EE21E6F4?sequence=1

34. Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el manejo de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, Costa Rica, IICA / BMZ / GTZ. 319 p. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible). Disponible en https://www.infocuencas.com/img/kcfinder/files/estrategias%20de%20extension%20para%20el%20manejo%20integrado%20de%20cuencas.pdf

35. Schosinsky, N. 2007. Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología. 30 p.

36. Umaña, E. 2002. Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua. San Nicolás, Esteli, Perú, Universidad Nacional Agraria. 26 p.

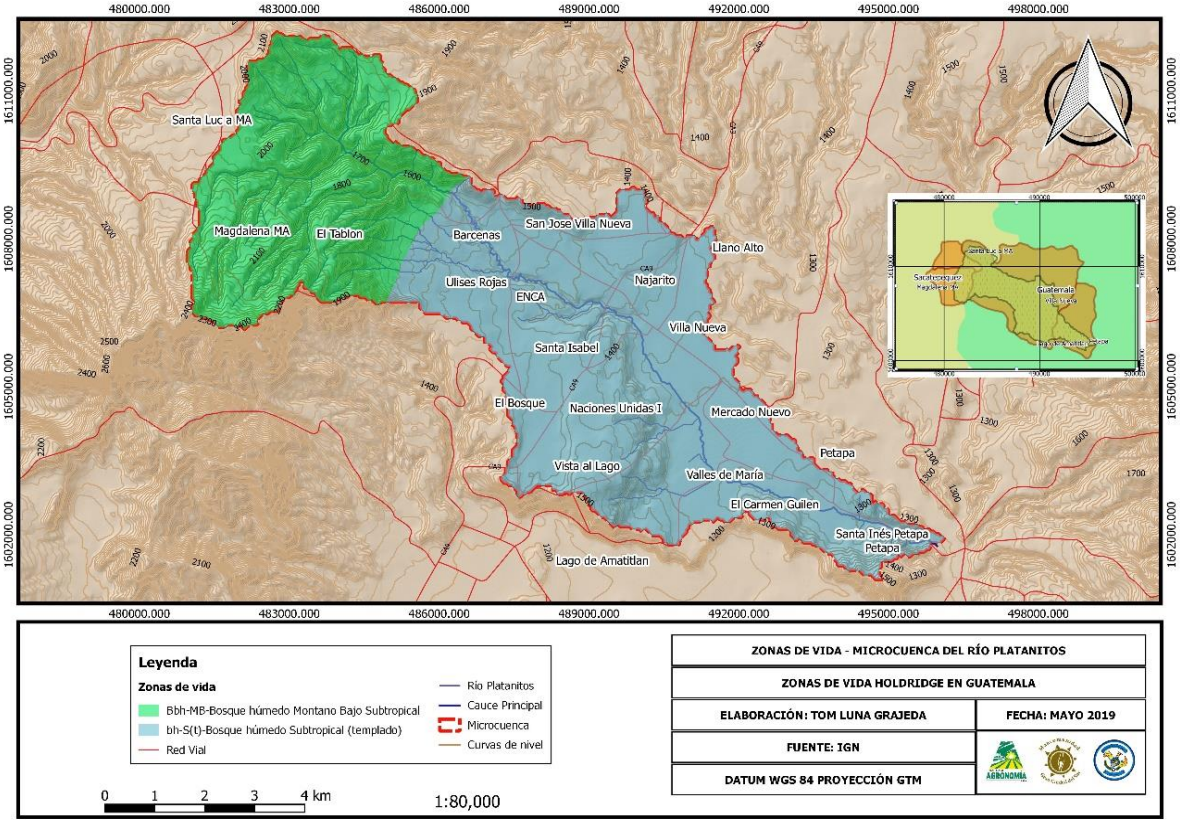
37. Urzua Duarte, JA. 2008. Determinación de la capacidad de uso, áreas homogéneas y conflictos de uso de la tierra, para formular una propuesta de lineamientos generales que orienten el manejo de los suelos del municipio de Concepción Las Minas, departamento de Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Chiquimula, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente. 89 p. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/DETERMINACION_DE_LA_CAPACIDAD_DE_USO_AREAS_HOMOGENEAS_Y_CONFLICTOS_DE_USO_DE_LA_TIERRA_PARA_FOR.pdf

38. Vásquez, V; Chang Navarro, L. 1992. El riego: Principios básicos. Perú, Universidad Agraria La Molina / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) / Centro Nacional de Riegos (IRRICENT). tomo 1, 160 p. Disponible en https://es.scribd.com/document/420152622/EL-RIEGO-Principios-Basicos-Por-Absalon-Vasquez

2.9 ANEXOS

2.9.1. Caracterización biofísica

2.9.1.1. Zonas de vida de la microcuenca

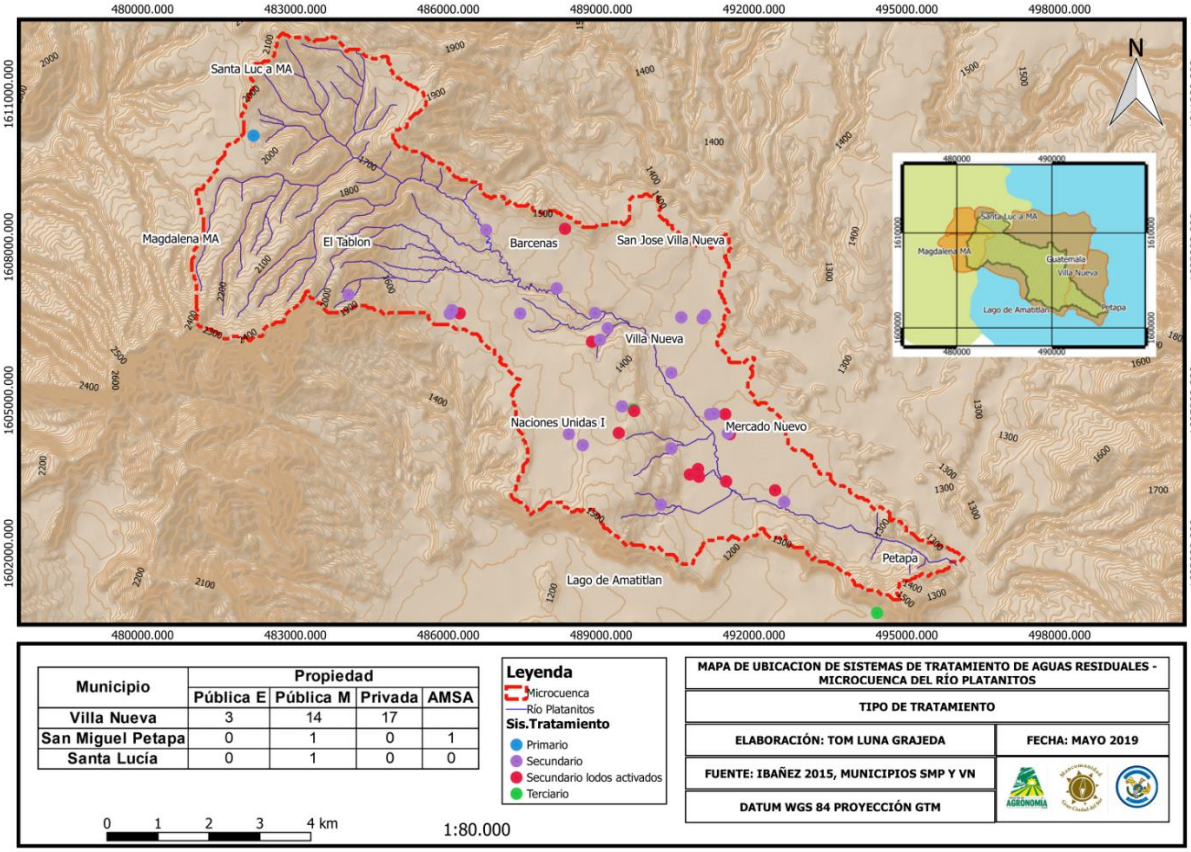


Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 35A. Mapa de la delimitación de zonas de vida de la microcuenca del río Platanitos.

2.9.2. Manejo de aguas residuales

2.9.2.1. Sistemas de tratamiento dentro de la microcuenca

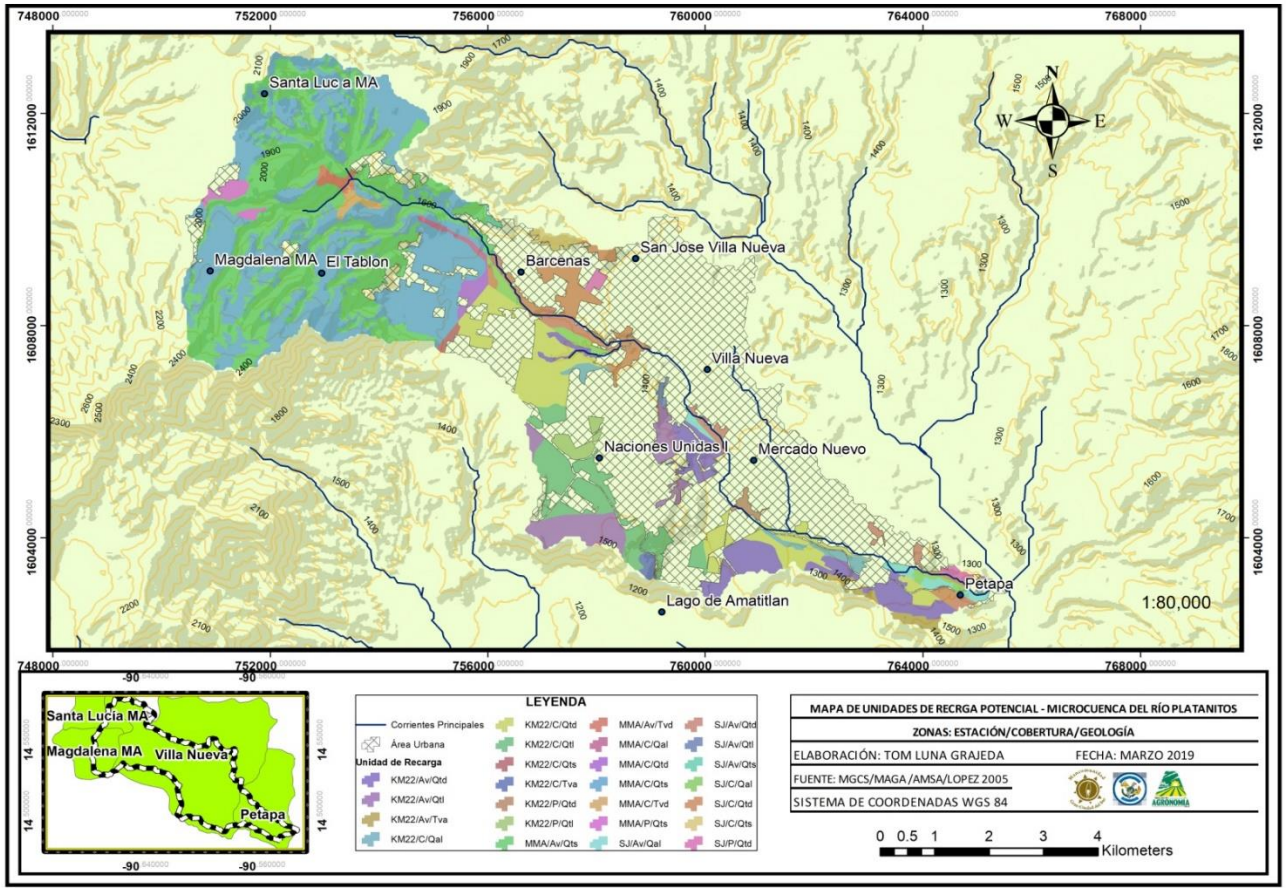


Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 36A. Mapa de la ubicación de los sistemas de tratamiento dentro de la microcuenca del río Platanitos.

2.9.3. Balance hídrico de suelos

2.9.3.1. Zonas homogéneas para análisis



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 37A. Mapa de la delimitación de zonas para el cálculo del balance hídrico de suelo.

2.9.4. Fotografías de campo

2.9.4.1. Recorrido del cauce principal

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 38A. Parte alta de la microcuenca, Piedras Moradas Villa Nueva.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 39A. Parte alta de la microcuenca, Piedras Moradas Villa Nueva.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 40A. Manantial, parte alta de la microcuenca.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 41A. Río Platanitos, parte alta de la microcuenca.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 42A. Drenaje de agua residual de Santa Lucía M.A. al río Platanitos.

Fuente: elaboración propia, 2018.

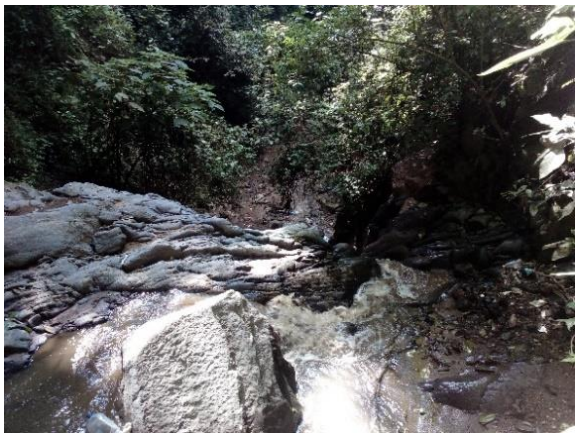
Figura 43A. Manantial de abastecimiento municipal.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 44A. Río Platanitos, Piedras Moradas y Pelo Hueco.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 45A. Río Platanitos, inicio parte media de la microcuenca.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 46A. Caída de agua, parte alta de la microcuenca.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 47A. Río Platanitos, Venecia Villa Nueva.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 48A. Río Platanitos, Venecia Villa Nueva.

Fuente: elaboración propia, 2018
.

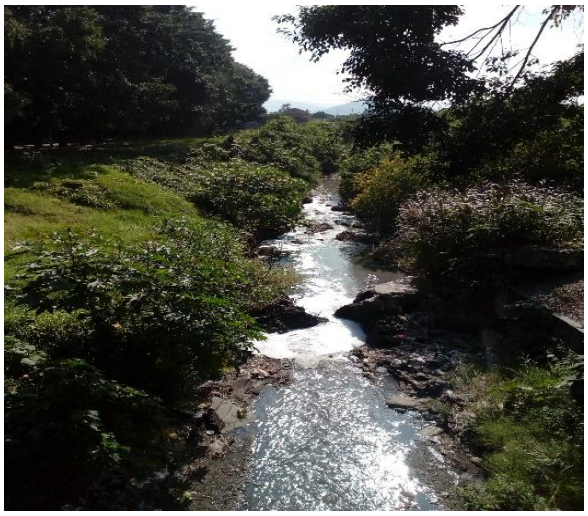
Figura 49A. Río Platanitos, parte baja de la microcuenca.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 50A. Río Platanitos, parte baja de la microcuenca.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 51A. Quinel Bárcenas, Villa Nueva.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 52A. Río Platanitos, San Miguel Petapa.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 53A. Basurero clandestino y en recuperación, San José la Laguna.

2.9.4.2. Plantas de tratamiento

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 54A. Planta de tratamiento ENCA, oxigenación del agua.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 55A. Planta de tratamiento ENCA, desarenadores.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 56A. Planta de tratamiento San Luis, tratamiento de lodos.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 57A. Planta de tratamiento Mercado nuevo, secado de lodos.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 58A. Planta de tratamiento Mercado Nuevo, oxigenación del agua.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 59A. Planta de tratamiento ENCA, biodigestor.

CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR

3.1. PRESENTACIÓN

La Mancomunidad Gran Ciudad del Sur es la asociación voluntaria de siete municipalidades para el desarrollo intermunicipal a parir de acciones y trabajo conjunto como territorio sur del departamento de Guatemala. Los municipios fundadores en el año 2012 son: Amatitlán, Mixco, Santa Caterina Pinula, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva, y recientemente en el año 2019, se une el municipio de Guatemala.

Las competencias de la mancomunidad son el apoyo a las mismas que establece el código municipal, entendiendo que el manejo de los recursos naturales y el ambiente está relacionado con muchas de las acciones que se llevan a cabo a través de planes, proyectos y programas.

Muchos de los servicios que proveen las municipalidades a sus vecinos dependen de la calidad y cantidad de recursos naturales dentro del territorio. En el caso del agua potable, la fuente principal para surtir a toda la población es al agua subterránea, y de manantiales o nacederos de agua, el agua superficial por las condiciones de contaminación antrópica que presenta, no es utilizada para esos fines.

El municipio de Villa Nueva es un ejemplo para el territorio que refleja las problemáticas ambientales que dificultan el desarrollo sostenible para sus habitantes, siendo un territorio urbano y agrícola principalmente pero que posee áreas verdes y forestales que le dan un valor ambiental para su protección y conservación.

El propósito de ese trabajo, es apoyar a la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur enfocándose principalmente en el territorio del municipio de Villa Nueva, por medio de las propuestas de manejo de la microcuenca del río Platanitos, la delimitación de áreas verdes para la propuesta de una interconexión ecológica y la identificación de zonas con aptitud para la recarga hídrica de suelos. Además del apoyo a otras actividades que buscan el desarrollo del territorio mancomunado.

3.2. OBJETIVO GENERAL

Apoyar los procesos de gestión de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur en la proporción de elementos e instrumentos que faciliten la toma de decisiones en el territorio mancomunado

3.3. SERVICIOS PRESTADOS

3.3.1. SERVICIO I: PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS.

3.3.1.1. Objetivos

1. Elaborar una estructura de manejo para de la microcuenca río Platanitos en base a su zonificación ambiental.

2. Proponer lineamientos estratégicos en cuanto a los usos adecuados, para mejorar el desarrollo sostenible de la microcuenca.

3. Identificar a los actores responsables de llevar a cabo cada una de los lineamientos, para garantizar la ejecución efectiva de esta propuesta.

3.3.1.2. Metodología

Se elaboró una propuesta de lineamientos técnicos de manejo ambiental de la microcuenca del río platanitos con base en los resultados de la zonificación ambiental, y darle seguimiento a esa clasificación del territorio, empezando a visualizar soluciones concretas para contribuir con el ambiente y los recursos naturales de la Microcuenca del rio Platanitos.

A. Documentación en el tema

Por medio del asesoramiento y la revisión bibliográfica, se obtuvieron los conocimientos y criterios correspondientes para la elaboración de los lineamientos de esta propuesta de manejo ambiental de la microcuenca del río Platanitos.

B. Definición de los lineamientos

Se desarrollaron los lineamientos generales factibles para el área, clasificados y asignados a cada una de las zonas ambientales, además de la identificación de los actores principales para su ejecución.

3.3.1.3. Resultados

- Los lineamientos se dividen en 9 unidades, clasificadas en tres categorías: zonas de protección y conservación ambiental, zonas de recuperación ambiental y zonas de desarrollo socioeconómico sostenible.

- La planificación de esta propuesta toma en cuenta dos aspectos importantes, los lineamientos y los actores que inciden en el territorio, de los cuales se puede valer para llevar a cabo los lineamientos que se determinen en cada una de las unidades de manejo.

- Esta propuesta ambiental toma en cuenta los usos adecuados para el territorio según las características particulares para poder determinar los lineamientos correspondientes, y abordar los principales problemas que afectan y amenazan el desarrollo sostenible de la microcuenca.

3.3.1.4. Evaluación

Para facilitar la gestión y la generación de propuestas de manejo adecuadas a las características propias del territorio de la microcuenca, se tomó como base la zonificación ambiental que se realizó previamente. Tomando como unidades de manejo las zonas determinadas y clasificadas en este estudio, se establecieron lineamientos de forma integrada siguiendo las características particulares de cada zona determinada, representados por medio de un matiz (cuadro 17A).

3.3.2. SERVICIO II: PROPUESTA DE CONEXIÓN DE ÁREAS VERDES EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

3.3.2.1. Objetivos

1. Delimitación de áreas verdes o con potencial para regeneración ambiental dentro del municipio de Villa Nueva.

2. Clasificación en zonas con base en la situación y características de cada zona delimitada.

3. Elaboración de mapa para la representación de la propuesta de conexión de esas áreas identificadas.

3.3.2.2. Metodología

.

A. Delimitación, depuración y clasificación de áreas

Para la realización de esta identificación y delimitación de zonas potenciales para regeneración ambiental, se realizó una revisión de información anteriormente levantada en el territorio, con base a esta información se generaron los polígonos correspondientes a las áreas reconocidas dentro del límite del municipio con la utilización se Sistemas de información geográfica.

B. Elaboración de mapa de conexión de áreas verdes en el territorio

Se elaboró un mapa con área delimitadas, que se consideran zonas potenciales para regeneración ambiental, con las cuales se pretende diseñar un corredor verde urbano en el municipio de Villa Nueva.

3.3.2.3. Resultados

- Delimitación de áreas verdes y zonas que presenten potencial para regeneración ambiental, por medio de información previa, así como creación de polígonos con fotointerpretación en el software Qgis.

- Clasificación en zonas con base en la situación y características de cada zona delimitada, en las siguientes categorías: áreas verdes recreativas, áreas de protección, áreas de trasformación especial o privadas, áreas verdes del cinturón metropolitano (bosque de galería en la rivera de los ríos).

- Elaboración de mapa para la representación de la propuesta de conexión de esas áreas identificadas en donde se calcula un área total de 33.73 km^2 dentro del territorio del municipio de Villa Nueva.

3.3.2.4. Evaluación

Se corroboraron los límites de las áreas determinadas por medio de visitas de campo, estas fueron clasificadas en cuanto a las características de su uso actual, definiendo mapas de representación (figura 60A y 61A).

3.3.3. SERVICIO III: CAPACITACIÓN A COMPAÑEROS DE EPS EN EL USO DEL SOFTWARE QGIS

3.3.3.1. Objetivos

1. Determinación de los temas correspondientes a impartir, así como el material y los laboratorios prácticos para el desarrollo de la capacitación.

2. Compartir con los estudiantes, conocimientos y experiencias en el manejo de los sistemas de información geográfica y su aplicación en procesos de ordenamiento territorial.

3.3.3.2. Metodología

Se llevó a cabo una capacitación enfocada en el uso del software QGIS para la digitalización y representación de información municipal en bases georreferenciadas, en este caso dirigido a los estudiantes de EPS de la facultad de Ingeniería de la universidad San Carlos de Guatemala, que realizaban sus proyectos de graduación en estos temas para la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS).

A. Retroalimentación

Preparación previa en los temas a impartir y los procesos prácticos de los SIG.

B. Programación de la capacitación

Elaboración de un programa y cronograma con las actividades a realizar en el curso de capacitación.

C. Ejecución de la capacitación

Ejecución del programa y acompañamiento a los participantes en el proceso de la capacitación.

3.3.3.3. Resultados

Se generó un programa basado en las necesidades técnicas requeridas en la aplicación de los SIG en el levantamiento, digitalización y representación de información municipal.

Se desarrollo el curso de capacitación, alcanzando los objetivos y expectativas determinadas en la programación del mismo, otorgando a los estudiantes las capacidades para el desarrollo de los proyectos en donde aplicaron estas técnicas y habilidades.

3.3.3.4. Evaluación

El curso se impartió en 6 sesiones de 4 horas, dos veces por semana, con un total de 24 horas, en medio presencial en las instalaciones de MGCS. Se contó con la participación de 10 estudiantes y el apoyo de MGCS en disposición de equipo y material para la realización de esta capacitación. (figuras 62A - 65A)

3.4. CONCLUSIONES

1. Se elaboró una propuesta de lineamientos técnicos de manejo ambiental de la microcuenca del río platanitos, la cual pretende apoyar en los procesaos de ordenamiento territorial de los municipios que forman parte de este territorio, además de establecer pautas y lineamientos que busquen la recuperación y regeneración de áreas con alto potencial en la disponibilidad de servicios ambientales.

2. Se generó un mapa y un modelo geográfico vectorial, en donde se delimitaron las áreas propuestas para la interconexión de zonas verdes dentro del municipio de Villa Nueva, con la finalidad de apoyar a los proyectos municipales en la reducción de la alta degradación y el acelerado cambio de uso de la tierra que existe en este municipio.

3. Para eficientizar los procesos de recolección, digitalización y representación de información municipal, se realizó capacitación práctica del uso de SIG por medio del software QGIS a estudiantes que realizan su práctica profesional para la Mancomunidad, brindando las capacidades básicas para el manejo de este tipo de herramientas.

3.5. RECOMENDACIONES

1. Se propone esta serie de lineamientos generales para el manejo ambiental de la microcuenca del río Platanitos, el cual deberá ser analizado por el personal municipal, debiendo ser validado y ejecutado, si así se considerara. Para lo cual se deberá detallar las acciones específicas para cada una de las zonas delimitadas.

2. Se recomienda para la propuesta de interconexión de áreas verdes, que estas áreas sean definidas de acuerdo a su estado legal y administrativo, esto para validar la propuesta y poder ejecutar programas de reforestación y recuperación de espacios verdes.

3. Es importante el fortalecimiento de las capacidades técnicas de las direcciones y unidades municipales para eficientizar los procesos de generación y gestión de información.

3.6. BIBLIOGRAFÍA

1. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); FAO, Guatemala. 2007. Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala. 49 p.

2. Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala. 2015. Estrategia de Restauración del Paisaje Forestal: Mecanismo para el Desarrollo Rural Sostenible de Guatemala. 58 p.

3. Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala. 2018. Oportunidades de restauración del paisaje forestal en Guatemala. 44 p.

4. Moizo, P. 2004. La percepción remota y la tecnología SIG: una aplicación en Ecología de Paisaje. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, (4), 24 p.

5. Puebla, J & Gould, M. 1994. SIG: sistemas de información geográfica. Síntesis. 8 p.

6. Sorense, M; Barzetti, V; Keipi, K; Williams, J. 1998. Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de buenas prácticas. Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Washington, DC. 81 p.

3.7. ANEXOS

3.7.1. Propuesta de lineamientos de manejo ambiental

Cuadro 17A. Propuesta de lineamientos de manejo ambiental.

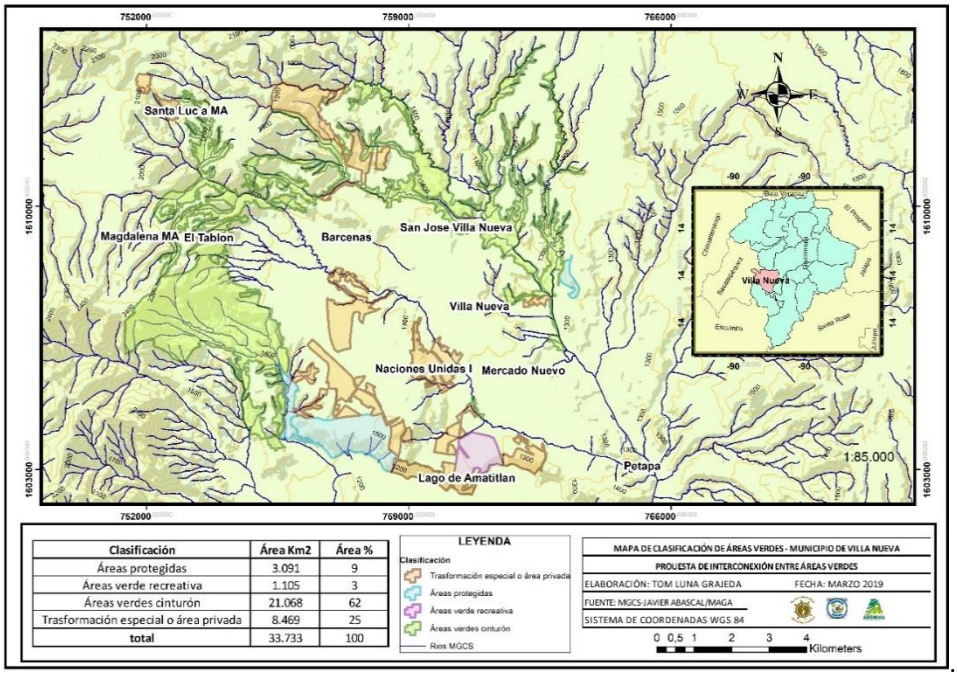
Unidad	Lineamiento	Actores
Áreas de conservación ambiental de los recursos naturales	Elaboración de plan de manejo forestal, plan que previamente considere la localización delimitación de propietarios públicos y privados para establecer los consensos necesarios. Aplicación por los propietarios de esta zona a programas de incentivos forestales. Capacitar a las comunidades, por medio de talleres comunitarios. Programas de educación ambiental en las comunidades, a través de centros educativos y convocatoria comunitaria. Promoviendo la concientización de la importancia de los recursos naturales y la biodiversidad.	Líderes comunitarios, Cuerpo técnico municipal, ONG'S, instituciones estatales (INAB, CONAP, CONRED), Ministerios de gobierno (MAGA, MARN, principalmente), entidades privadas, establecimientos educativos y universitarios
Áreas de protección ambiental de los recursos naturales	Establecimiento, manejo y administración por las instituciones responsables de áreas protegidas, con un mayor enfoque en la protección de la parte alta de la microcuenca.	
Área de recuperación ambiental para la protección del recurso hídrico	Promover la valoración por servicios ambientales, enfocados principalmente en el abastecimiento del recurso hídrico. Involucrar a las instituciones y universidades, para generar investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para mitigar la degradación de los recursos naturales. Desarrollar un sistema de tratamiento de desechos líquidos y sólidos, que evite la contaminación del suelo y del agua por lixiviados y descarga de contaminantes que alteren el ecosistema. Construcción de zonas de recarga hídrica, se sistemas de restauración hidrológico. Regulación de asentamientos humanos, implementación de mecanismos de asistencia, permitiendo la disminución de los niveles de vulnerabilidad y riesgo a catástrofes.	
Área de recuperación para la conservación ambiental de los recursos naturales		

Continuación del cuadro 17.

Área para para las actividades Agrícolas sostenibles	Propiciar políticas que promueva la producción agrícola sostenible, más limpia y diversificación de productos. Promoción de propuestas de manejo que sustituyan prácticas insostenibles, por medio de la capacitación técnica. Gestionar el incremento de cobertura y equipamiento adecuado de servicios para la población, en busca de una mejor calidad de vida. Estudios socioeconómicos, de producción y de los recursos naturales de esta zona. Para determinar planes a corto y largo plazo, que mejore la eficiencia y aprovechamiento de los recursos procurando el menor impacto ambiental. Intervención de sistemas agroforestales y de ganado multipropósito	Líderes comunitarios, Cuerpo técnico municipal, ONG'S, instituciones estatales (INAB, CONAP, CONRED), Ministerios de gobierno (MAGA, MARN, principalmente), entidades privadas, establecimientos educativos y universitarios
Área para actividades forestales productoras/protectoras	Regulación de actividades productivas, implementando producción limpia en los distintos procesos; protección del recurso hídrico y edáfico.	
Área para el desarrollo urbano	Medidas regulatorias de construcción, infraestructura vial y complejos comerciales e industriales. Digitalización y georreferenciación de catastro y servicios manipules para una mejor administración y gestión de recursos públicos y privados	

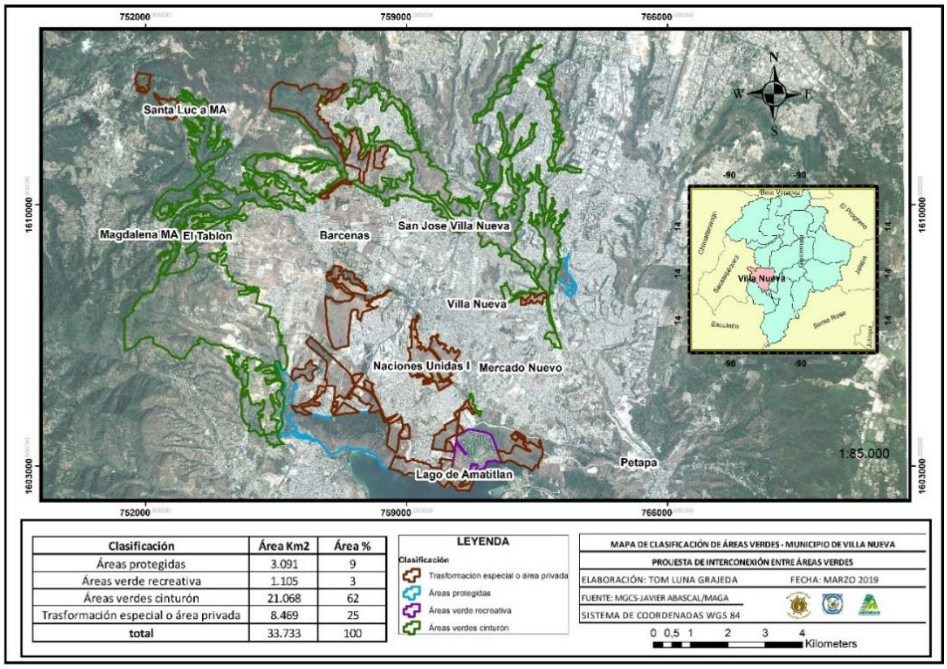
Fuente: elaboración propia, 2019

3.7.2. Propuesta de conexón de áreas verdes



Clasificación	Área Km2	Área %
Áreas protegidas	3.091	9
Áreas verde recreativa	1.105	3
Áreas verdes cinturón	21.068	62
Trasformación especial o área privada	8.469	25
total	33.733	100

Figura 60A. Mapa de delimitación, clasificación y ubicación de áreas verdes en el municipio de Villa Nueva



Clasificación	Área Km2	Área %
Áreas protegidas	3.091	9
Áreas verde recreativa	1.105	3
Áreas verdes cinturón	21.068	62
Trasformación especial o área privada	8.469	25
total	33.733	100

Figura 61A. Mapa de selección de áreas de conexión

3.7.3. Capacitación SIG

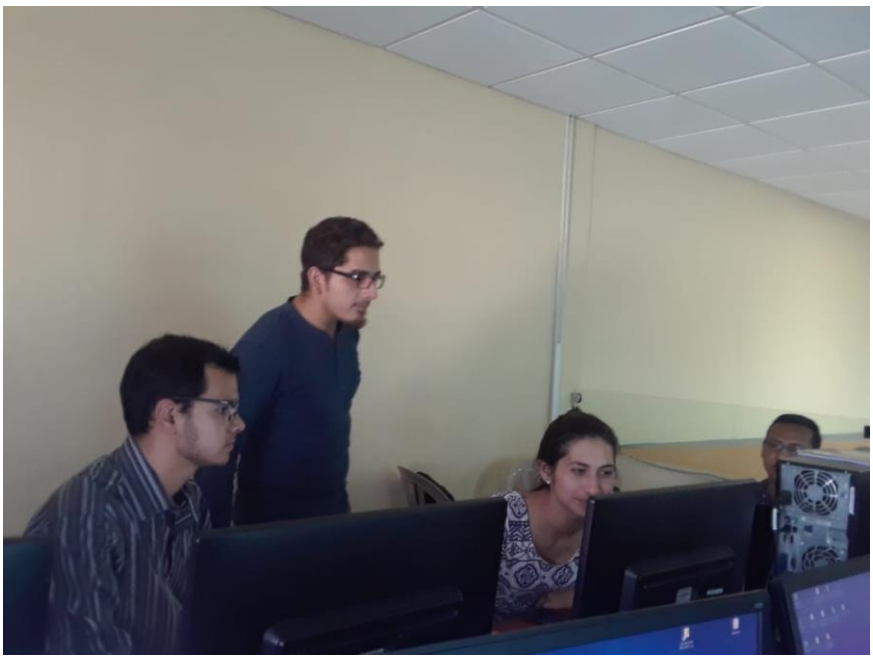


Figura 62A. Resolución de dudas en la capacitación.

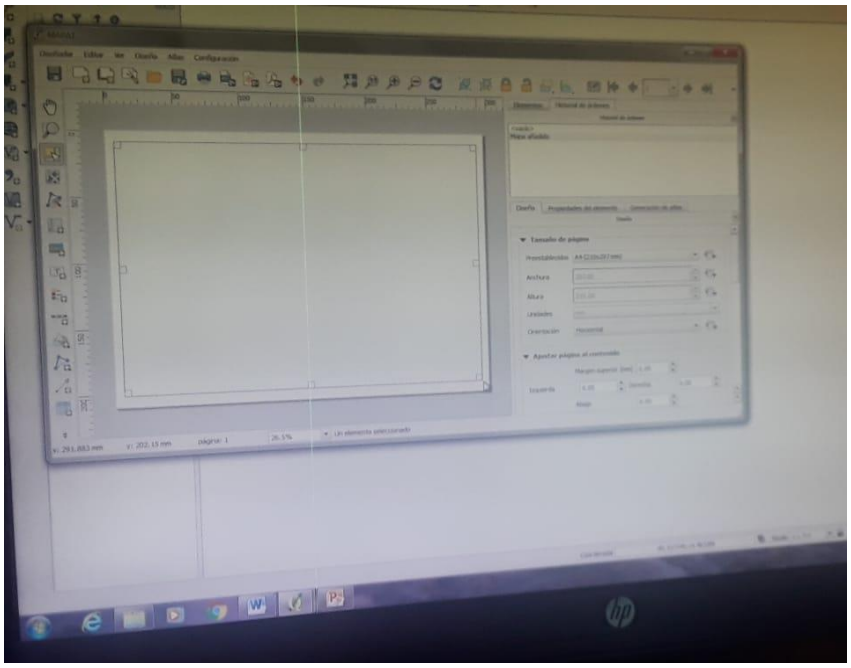


Figura 63A. Explicación práctica en la capacitación.

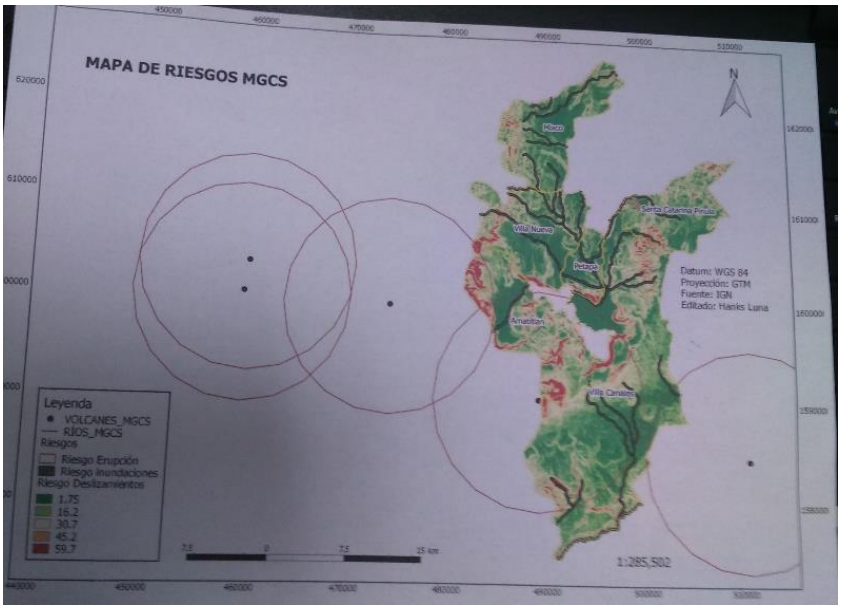


Figura 64A. Productos generados en el curso de capacitación.

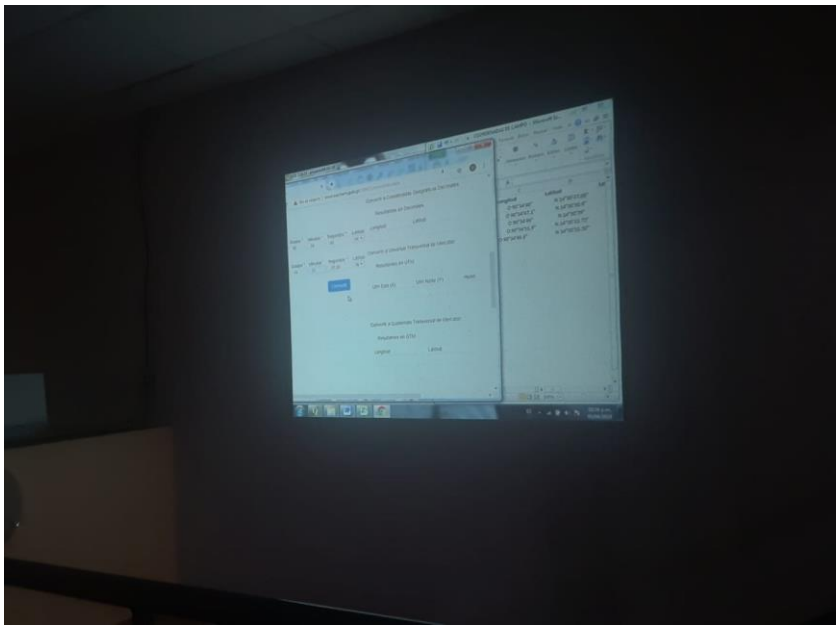


Figura 65A. Explicación práctica en la capacitación.

U N I V E R S I D A D D E S A N C A R L O S D E G U A T E M A L A
F A C U L T A D D E A G R O N O M Í A – F A U S A C -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES –IIA-

REF. Sem. 34/2020

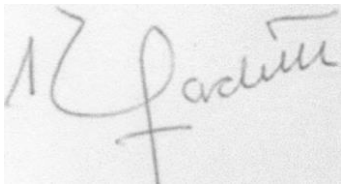
EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: **"DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A."**

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: **TOM HANKS FRANCISCO LUNA GRAJEDA**

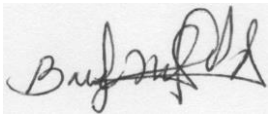
CARNE: **201317954**

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: **Ing. Agr. Carlos López Búcaro**
Dr. Tomás Padilla Cámbara
Dr. Boris Méndez

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.



Dr. Tomás Padilla Cámbara
A S E S O R E S P E C I F I C O



Dr. Boris Méndez
D O C E N T E - A S E S O R E P S

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
DIRECTOR DEL IIA

CFLB/nm
c.c. Archivo

Edificio T-8, Of. A-10 y A-15 Ciudad Universitaria, Zona 12,
Guatemala, C. A. 01012 Apartado Postal 1545.
Teléfono: (502) 2443-9504 y 05, Fax: (502) 2476-9794 Correo-e iiadms@yahoo.com.mx

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA –EPS-

Ref. SAIEPSA.010.2021

Guatemala, 29 de enero de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: TOM HANKS FRANCISCO LUNA GRAJEDA

No. CARNÉ 201317954

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Carlos López Búcaro
Dr. Tomás Padilla Cámbara
Dr. Boris Méndez Paiz

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

"Id y Enseñad a Todos"

Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE AGRONOMIA COORDINACION SUBAREA EPSA

cc.archivo
PPR/azud

No. 10.2021

Trabajo de Graduación:	"DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PLATANITOS, CUENCA LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A."
Estudiante:	Tom Hanks Francisco Luna Grajeda
Carné:	201317954

"IMPRÍMASE"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO