



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E  
INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO  
AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE LA  
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE  
GUATEMALA**

**René Estuardo Medina Hernández**

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Garrido López

Guatemala, marzo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E  
INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO  
AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE LA  
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE  
GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**RENÉ ESTUARDO MEDINA HERNÁNDEZ**

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



Guatemala,  
08 de febrero de 2017

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE LA MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil René Estuardo Medina Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Garrido López.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC**

/mrrm.







Guatemala, 09 de febrero de 2017  
Ref.EPS.D.40.02.17

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE LA MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **René Estuardo Medina Hernández, carné 200815151**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Juan Carlos Garrido López y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Christa Classón de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Unidad de Práctica de Ingeniería



CCdP/ra



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

ESCUELA DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Carlos Garrido López y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante René Estuardo Medina Hernández titulado **GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE LA MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2017.

/mrrm.

*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA DE LA MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Rene Estuardo Medina Hernández**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Rosendo  
Decano



Guatemala, marzo de 2017



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO E  
INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ACUERDO  
AL REGLAMENTO 236-2006 DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE LA  
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE  
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de agosto de 2015.

**René Estuardo Medina Hernández**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por bendecirme y otorgarme la sabiduría para finalizar esta meta académica e iluminarme en cada paso de mi vida.
- Mis padres** René Medina García y Mariana Hernández de Medina, pilares de mi vida, por su apoyo incondicional, inspiración y amor siempre, esto es para ellos.
- Mi hermano** Fernando Antonio Medina Hernández, por estar siempre a mi lado y apoyarme a lo largo de mis estudios.
- Mi familia** Mi suegro Waldemar Mendoza, mi esposa Diana Mendoza de Medina y mi hija Nohemí Medina por compartir mis momentos alegres y difíciles.
- Mis tíos** En especial a María de Jesús Medina y Alida Hernández, por su apoyo y amor materno, y demás tíos y tías, paternos y maternos.
- Mis primos** En general, por su apoyo en cada una de las etapas de mi vida y estar siempre en los buenos y malos momentos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Centros de Estudio</b>	Fray Pedro Ponce de León, Colegio Católico Mixto María Auxilio de los Cristianos, Instituto Emiliani Somascos, por darme los conocimientos de estudio requeridos y apoyarme con mi limitación.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme permitido la educación profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme los conocimientos de mi carrera y enseñarme los principios de ingeniería.
<b>Amistad Especial</b>	Susan Vásquez de Tello que Dios la bendiga por su apoyo incondicional en la universidad.
<b>Mis amigos de la U</b>	Naty Carrera, Rosbelly González, Alejandro Tahuite, Adán Guancín, Lucía del Carmen Ramazzini y Rony Orellana, por los buenos momentos compartidos y apoyo durante mis estudios.
<b>Asesor</b>	Ing. Juan Carlos Garrido López por compartir su conocimiento y su apoyo en la elaboración de este trabajo.

**Mancomunidad Gran  
Ciudad del Sur**

Por confiar en mí y permitirme realizar mi tema de trabajo de graduación y ayudar con mis conocimientos en la realización de diferentes proyectos durante los meses de realización de EPS.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA.....	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Cultura e identidad.....	2
1.1.3. Idiomas.....	2
1.1.4. Costumbres y tradiciones.....	2
1.1.5. Lugares sagrados.....	3
1.2. Aspectos físicos.....	3
1.2.1. Vías de acceso al municipio.....	3
1.2.2. Geografía.....	4
1.2.2.1. Ubicación y localización.....	4
1.2.2.2. Cabecera.....	4
1.2.2.3. Superficie.....	5
1.2.2.4. Altitud.....	5
1.2.2.5. Coordenadas.....	5
1.2.2.6. Colindancias.....	6
1.2.2.7. Estructura espacial o distribucional.....	6

1.2.2.8.	Microrregiones.....	8
1.2.3.	Clima.....	8
1.2.4.	Orografía.....	8
1.2.5.	Demografía.....	9
1.2.5.1.	Distribución geográfica de la población....	10
1.2.5.2.	Población según grupo étnico.....	11
1.2.5.3.	Población por edad.....	11
1.2.5.4.	Flujos migratorios.....	13
1.2.5.5.	Condiciones de vida.....	13
1.2.5.6.	Calidad de vida.....	14
1.2.5.7.	Índice de desarrollo humano IDH.....	15
1.3.	Aspectos económicos.....	16
1.3.1.	Población económicamente activa.....	16
1.3.2.	Competitividad.....	16
1.3.2.1.	Agricultura e industria.....	16
1.3.3.	Potencial económico del municipio.....	17
1.4.	Aspectos ambientales.....	19
1.4.1.	Flora.....	19
1.4.2.	Fauna.....	20
1.4.3.	Fuentes hídricas.....	22
1.4.3.1.	Accidentes hidrográficos.....	22
1.4.4.	Suelo predominante del municipio.....	23
1.4.5.	Ponderación de riesgo.....	25
2.	GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA.....	27
2.1.	Parámetros mínimos para equipamiento urbano de un municipio.....	27
2.1.1.	Educación.....	27

2.1.2.	Salud.....	33
2.1.3.	Recreación, cultura y deportes.....	38
2.1.4.	Administración, servicios municipales, y seguridad.	43
2.1.4.1.	Administración.....	46
2.1.4.2.	Servicios municipales.....	47
2.1.4.3.	Seguridad.....	47
2.2.	Situación actual del equipamiento urbano.....	47
2.2.1.	Educación.....	47
2.2.2.	Salud.....	51
2.2.3.	Recreación, cultura y deportes.....	54
2.2.4.	Administración, servicios municipales, y seguridad...	56
2.3.	Comparación de cumplimiento del equipamiento urbano existente con los parámetros mínimos.....	63
2.3.1.	Propuestas y recomendaciones.....	63
2.3.1.1.	Propuestas .....	63
2.3.1.2.	Recomendaciones.....	64
2.4.	Propuesta para lograr el cumplimiento en equipamiento urbano	65
2.4.1.	Educación.....	65
2.4.2.	Salud.....	67
2.4.3.	Recreación, cultura y deportes.....	69
2.4.4.	Administración, servicios municipales, y seguridad...	71
3.	INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA DE ACUERDO AL REGLAMENTO 236-2006 Y SU REFORMA AG 129-2015.....	73
3.1.	Inventario y caracterización de las aguas residuales.....	73
3.1.1.	Resumen del reglamento 236-2006 de descargas de aguas residuales, reforma AG 129-2015.....	73
3.1.1.1.	Nombre, razón o denominación social....	74

3.1.1.2.	Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente reglamento.....	74
3.1.1.3.	Horario de descarga de aguas residuales	75
3.1.1.4.	Parámetros de aguas residuales contenidos en el reglamento.....	75
3.1.1.5.	Caracterización del efluente de aguas residuales.....	76
3.1.1.6.	Caracterización del efluente, según el art. 23 del reglamento 236-2006 de aguas residuales.....	81
3.1.1.7.	Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales...	85
3.1.1.8.	Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.....	99
3.1.2.	Documentación.....	99
3.1.2.1.	Plan de gestión de aguas residuales para la Municipalidad de San Miguel Petapa.....	99
3.1.2.2.	Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor de alcantarillado.....	109
3.1.2.3.	Informes de resultados de las caracterizaciones realizadas.....	116
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES.....	119
	BIBLIOGRAFÍA.....	121
	APÉNDICES.....	125
	ANEXOS.....	131

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del municipio de San Miguel Petapa .....	4
2.	Mapa de república de Guatemala, departamento de Guatemala y municipio de San Miguel Petapa.....	5
3.	Crecimiento poblacional 2002-2015.....	10
4.	Población censo 2002, urbana y rural.....	10
5.	Población censo 2002 por rango de edad.....	12
6.	Proyección de población INE 2015, por rangos de edad.....	13
7.	Distribución de frecuencias de municipios del departamento de Guatemala para rangos de calidad de vida.....	14
8.	Índice de desarrollo humano en San Miguel Petapa, según componente.....	15
9.	Mapa del departamento de Guatemala con rangos de riesgos a nivel municipal.....	25
10.	Mapa de edificios de equipamientos de educación en San Miguel Petapa.....	49
11.	Mapa de edificio de equipamiento de salud en San Miguel Petapa	52
12.	Imagen del estadio Julio Armando Cobar, en San Miguel Petapa	56
13.	Fachada de la municipalidad de San Miguel Petapa.....	57
14.	Mapa de edificios de equipamiento de servicios municipales en San Miguel Petapa.....	61
15.	Formato de evaluación para equipamiento de educación.....	65
16.	Continuación de formato de evaluación para equipamiento de educación.....	66

17.	Formato de evaluación para equipamiento de salud.....	67
18.	Continuación de formato de evaluación para equipamiento de salud.....	68
19.	Formato de evaluación para equipamiento de recreación, cultura y deportes.....	69
20.	Continuación de formato de evaluación para equipamiento de recreación, cultura y deportes.....	70
21.	Formato de evaluación para equipamiento de administración, servicios municipales y seguridad.....	71
22.	Continuación de formato de evaluación para equipamiento de administración, servicios municipales y seguridad.....	72
23.	Mapa de localización de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	86
24.	Mapa de localización del río Pínula.....	92
25.	Mapa de localización del río Villalobos.....	95
26.	Mapa de localización río Platanitos.....	98
27.	Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales intervenida por la municipalidad de San Miguel Petapa.....	110

## **TABLAS**

I.	Lugares que pertenecen al municipio de San Miguel Petapa según DMP 2015.....	6
II.	Proyección crecimiento de la población al año 2015.....	9
III.	Población pertenencia étnica 2002.....	11
IV.	Población total nacional, censo 2002.....	11
V.	Proyección de población INE 2015.....	12
VI.	Actividades económicas.....	17
VII.	Potencial económico.....	18

VIII.	Especies de flora en el municipio de San Miguel Petapa.....	20
IX.	Animales domésticos en el municipio de San Miguel Petapa	20
X.	Fauna silvestre en el municipio de San Miguel Petapa.....	21
XI.	Especies de aves en el municipio de San Miguel Petapa.....	21
XII.	Fauna insectil en el municipio de San Miguel Petapa.....	22
XIII.	Cobertura vegetal y uso de la tierra.....	23
XIV.	Distancias y tiempos máximos de movilización hacia el centro educativo.....	28
XV.	Distancia mínima entre un centro educativo y una amenaza creada por el ser humano.....	30
XVI.	Mínimo de educandos por nivel de centro educativo.....	32
XVII.	Normas y coeficientes de uso de equipamiento recreativo, cultural y de deportes.....	42
XVIII.	Establecimientos abiertos a diciembre de 2009 en el municipio de San Miguel Petapa.....	48
XIX.	Equipamiento urbano de educación en San Miguel Petapa....	50
XX.	Equipamiento urbano de salud, en San Miguel Petapa.....	53
XXI.	Tipo de servicio de agua potable en viviendas del municipio de San Miguel Petapa.....	58
XXII.	Hogares por tipo de alumbrado.....	58
XXIII.	Hogares por tipo de servicio sanitario.....	59
XXIV.	Equipamiento urbano de servicios municipales en San Miguel Petapa.....	62
XXV.	Nombres de contaminantes en aguas residuales, según reforma acuerdo gubernativo 129-2015.....	77
XXVI.	Resultados de la evaluación de aguas residuales en viviendas de San Miguel Petapa.....	78
XXVII.	Resultados de evaluación en el río Pinula, colindante al municipio de San Miguel Petapa.....	79



XXVIII.	Resultados de evaluación en el río Villalobos, colindante al municipio de San Miguel Petapa.....	80
XXIX.	Resultados de evaluación en el río Platanitos, colindante al municipio de San Miguel Petapa.....	81
XXX.	Evaluación de la caracterización del efluente, análisis fisicoquímico, bacteriológico y determinación de metales pesados.....	82
XXXI.	Valores de resultados de entrada de aguas residuales en el río Pinula, del municipio de San Miguel Petapa.....	83
XXXII.	Valores de resultados de entrada de aguas residuales en el río Villalobos, del municipio de San Miguel Petapa.....	84
XXXIII.	Valores de resultados de entrada de aguas residuales en el río Platanitos, del municipio de San Miguel Petapa.....	85
XXXIV.	Punto de desfogue (entrada río Pinula).....	88
XXXV.	Primer punto de desfogue (intermedio río Pinula).....	89
XXXVI.	Segundo punto de desfogue (intermedio río Pinula).....	90
XXXVII.	Tercer punto de desfogue (intermedio río Pinula).....	91
XXXVIII.	Punto de desfogue (entrada río Villalobos).....	93
XXXIX.	Punto de desfogue (salida río Villalobos).....	94
XL.	Punto de desfogue (intermedio río Platanitos).....	96
XLI.	Punto de desfogue (salida río Platanitos).....	97
XLII.	Valores comparativos de parámetros críticos de etapa uno de los puntos muestreados en el municipio de San Miguel Petapa.....	101
XLIII.	Resultados de caracterización de aguas residuales, según etapa uno.....	102
XLIV.	Resultados de caracterización en el río Pinula, etapa uno...	103
XLV.	Resultados de caracterización en el río Villalobos, etapa uno	103
XLVI.	Resultados de caracterización en el río Platanitos, etapa uno	104

XLVII.	Plan de gestión 1 y 2 de aguas residuales.....	105
XLVIII.	Plan de gestión 3 y 4 de aguas residuales.....	106
XLIX.	Plan de gestión 5 y 6 de aguas residuales.....	107
L.	Plan de gestión 7 y 8 de aguas residuales.....	108
LI.	Costos estimados para llevar a cabo el programa de operación y mantenimiento en la PTAR.....	112
LII.	Costos estimados para llevar a cabo la disminución en concentración de coliformes fecales en la PTAR.....	113
LIII.	Costos estimados bio-reactor modular 1.....	116
LIV.	Costos estimados bio-reactor modular 2.....	116



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolos</b>	<b>Significado</b>
°	Grados
'	Minutos
%	Porcentaje
Q	Quetzal, moneda nacional
“	Segundos



## **GLOSARIO**

<b>Aguas residuales</b>	Son fluidos en un sistema de alcantarillado. Es el gasto o agua usada por una casa, comunidad, granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
<b>Concejo Municipal</b>	Es el órgano colegiado superior de deliberación y de decisión de los asuntos municipales cuyos miembros son solidaria y mancomunadamente responsables por la toma de decisiones y tiene su sede en la cabecera de la circunscripción municipal.
<b>Digitalización</b>	Se aplica habitualmente a la codificación de la información gráfica (mapas y planos convencionales) pero puede ser aplicada con propiedad a todo tipo de información para la construcción de bases de datos digitales.
<b>Equipamiento</b>	Es el proceso de entrega de los medios físicos y servicios que facilitan el desarrollo de las actividades humanas, entre las cuales encontramos en salud (hospitales), en educación (escuelas), recreación (parques), entre otros.
<b>Equipamiento de educación</b>	Comprende las edificaciones de nuevas unidades educativas y la complementación con la

construcción de aulas en las unidades existentes. Estas unidades están destinadas a centros de enseñanza de los niveles preescolar, primario y secundario de la educación formal, formación profesional técnica, para elevar la calidad de la educación de la niñez y juventud.

**Equipamiento de salud**

Corresponde el diseño y construcción de centros de salud, donde se ofrezca atención de salud familiar preventiva, como también atención especializada en pediatría, ginecología, etc.

**Equipamiento de recreación**

Son aquellos espacios apropiados para la arborización, tratamiento paisajístico, plantación de especies vegetales que estén orientados al embellecimiento, reducción de la erosión y consolidación de dichas áreas, que permitan promover la sensibilización de la población en cuanto a la educación ambiental. Espacios convertidos en plazas y parques destinados a la diversión pasiva que contribuye a mejorar la calidad de vida de la población.

**Equipamiento de cultura**

Son los espacios destinados a la construcción de centros multifuncionales que permitirá desarrollar las actividades culturales, sociales, de comunicación, seguridad ciudadana, oficinas del gobierno Municipal y actividades productivas.



<b>Equipamiento de deportes</b>	Comprenderá la construcción de campos deportivos y parques infantiles destinados a la recreación activa que constituye la base para el desarrollo del sano crecimiento físico, social, intelectual de la niñez y juventud.
<b>Especies ornamentales</b>	Conjunto de especies vegetales que se utilizan fundamentalmente para adorno.
<b>Etimología</b>	Origen de las palabras, razón de su existencia, su significado y su forma. Parte de la gramática que estudia aisladamente estos aspectos de las palabras.
<b>Fauna</b>	Conjunto de especies de animales que habitan en determinados ambientes y territorios.
<b>Flora</b>	Conjunto de especies vegetales que habitan en determinados ambientes y territorios.
<b>Geografía</b>	Ciencia que estudia la ubicación y distribución en el espacio de cuantos fenómenos y elementos se manifiestan en la superficie terrestre.
<b>Georreferenciación</b>	Ubicación geográfica de un punto mediante coordenadas planas.
<b>Herbáceo</b>	Relativo a las hierbas o plantas.

<b>Indicador</b>	Signo, cantidad u otra cosa que sirve para indicar algo, por ejemplo, la dirección o camino que hay que seguir o la dirección en que se mueve una pieza o mecanismo.
<b>Mancomunidad</b>	Es una asociación de municipios con personalidad jurídica, constituida mediante acuerdos celebrados entre los concejos municipales de dos o más municipios, para elaborar en común políticas, planes, proyectos, etc., ejecutar proyectos o prestar servicios. La mancomunidad gran ciudad del sur, está conformada por seis municipios del sur del departamento de Guatemala: Amatitlán, Mixco, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva.
<b>Orografía</b>	Parte de la geografía física que trata de la descripción de las montañas.
<b>Población</b>	Número de personas que componen un pueblo o nación.
<b>Población Económicamente Activa -PEA-</b>	Población que se encuentra física y mentalmente apta para ejercer un trabajo.
<b>Reúso</b>	Recuperación o retorno y, en otro caso, tratamiento de algo, para otro fin.

**Tradición**

Transmisión de noticias, composiciones literarias, doctrinas, costumbres compartidas de generación en generación.

**Zonificación**

Es la determinación del uso del suelo más conveniente de los terrenos para beneficio integral de la comunidad. La determinación de las áreas que integran y delimitan un centro poblado, sus aprovechamientos predominantes y las reservas usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento del mismo.



## RESUMEN

Se contó con capas del equipamiento urbano proporcionadas por el banco mundial, límites del municipio del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN), para luego visitar el municipio de San Miguel Petapa.

Fue necesaria la colaboración del personal administrativo de la municipalidad para realizar el recorrido por las instalaciones donde se trabajó. Esto facilitó el levantamiento de datos y la demostración de la veracidad de la información que se posee. Además, se determinó el equipamiento urbano en educación, salud, recreación, cultura y deportes, administración municipal, servicio municipal y seguridad. Finalmente, se les capacitó y se les entregó documentación, como formularios con la información de equipamiento que se requiere y del que carecen dichas instituciones.

Se entregó una foto satelital impresa para ubicar cada elemento para la georreferenciación y digitalización en el municipio. También se visitaron los efluentes no controlados y la única planta nacional de tratamiento de aguas residuales con la que cuenta el municipio. Se recopilaron datos con los cuales se elaboró un cuadro para el cálculo del caudal, demanda bioquímica de oxígeno –DBO- y demanda química de oxígeno –DQO-.

Se realizó un análisis comparativo entre los resultados, basándose en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 y su reforma AG 129-2015. De esta manera, se estableció si los datos se encuentran dentro de los parámetros y se calculó la concentración de carga de estas aguas residuales.

También, para cumplir con el Acuerdo, se realizó el plan de gestión para determinar las acciones por realizar y reducir los porcentajes de contaminación.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar un estudio técnico del tratamiento de aguas residuales para cumplir con lo establecido en la ley según el Acuerdo Gubernativo 236-2006 y su reforma 129-2015, georreferenciación y digitalización del levantamiento de información del equipamiento urbano en sus diferentes elementos, del municipio de San Miguel Petapa, para conocer el conjunto de edificaciones e instalaciones en los que se encuentran los servicios municipales, para la atención de las necesidades de la población.

### **Específicos**

- Identificar, ubicar y geoposicionar los puntos controlados y no controlados de desfogue de aguas residuales en el municipio.
- Determinar los niveles de los parámetros de contaminación establecidos en el reglamento en los puntos identificados mediante análisis de laboratorio.
- Crear un plan de gestión para reducir los porcentajes de contaminación en los ríos que atraviesan el municipio.
- Levantamiento de información por medio de un mapeo participativo con la colaboración del área de IUSI y área DMP.
- Geo-posicionar por método indirecto el equipamiento de educación, salud, recreación, cultura y deportes, administración municipal, servicio municipal, y seguridad.



- Generación de cartografía temática por tema de equipamiento urbano, infraestructura y espacio abierto.

## INTRODUCCIÓN

San Miguel Petapa es considerado como uno de los municipios más hermosos del departamento de Guatemala, por su proximidad a un lago de agua dulce donde hay una gran cantidad de especies, particularmente, de cangrejos y peces. El municipio de San Miguel Petapa a lo largo de su historia ha dejado un legado importante. En los últimos diez años, ha experimentado un desarrollo económico y social bastante acelerado, fundamentalmente, por el incremento en la construcción de vivienda familiar, industria y comercio.

Se realiza un estudio de la monografía del municipio para resaltar el entorno físico, económico, social, ambiental y productivo del mismo. Se destaca la situación de emergencia, en la cual se encuentra el municipio, debido al acelerado desarrollo urbano del mismo, ya posee puntos de contaminación no controlados de afluentes de aguas residuales provenientes de casas, condominios, fábricas, etc., que desembocan a lo largo de los ríos que lo cruzan y que requieren de un tratamiento para una recuperación inmediata de los mismos, también se define la deficiencia en el equipamiento de edificios en cuanto a educación, salud, recreación, cultura, deportes, administración y servicios municipales y seguridad.

En el presente trabajo encontrará toda la información relevante a la situación actual del municipio, y las propuestas sugeridas para modificar esta situación y así contribuir más a su desarrollo pero en un ambiente sano, libre de contaminación y que la población pueda tener una mejor calidad de vida.



# **1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA**

## **1.1. Aspectos históricos**

### **1.1.1. Historia**

El municipio de San Miguel Petapa, del departamento de Guatemala, es uno de los pueblos más antiguos del país, de origen prehispánico y descendencia Kaqchikel. Su población numerosa e interesante formó su propia rama conocida como “Los Petapas”. El nombre del municipio de San Miguel Petapa se compone de dos partes, la primera se relaciona con la costumbre española de adjudicar el nombre de un santo para luego complementar con un nombre en lengua regional. El nombre Petapa se forma de la reunión de dos palabras indígenas: pet que significa estera y thap que quiere decir agua. De esta manera, se puede interpretar como cama de agua, en razón de que el agua del lago está llana, mansa y quieta.

La vida del pueblo de Petapa se desarrolla desde el período Colonial 1524 hasta 1762, siendo su primer asentamiento donde hoy se ubica el municipio de Villa Canales, la cual fue destruida por la época lluviosa del año 1762. En 1855 San Miguel Petapa logra consolidarse en su ubicación actual, conformado por las siguientes aldeas y caseríos: San Miguel Petapa, Santa Inés, Boca del Monte, Chichimecas, Cerro Pelado, Rustrían y Cumbre de San Nicolás. Algunos de los personajes célebres del municipio son Fray Pedro de Angulo y Fray Tomás de San Juan, Fray Mathias de Paz, Fray Lope de Montoya, Fray Andrés del Valle y Fray Domingo Ascona. San Miguel Petapa es un municipio en el departamento de Guatemala, localizado al sur de la ciudad capital. Tiene una población aproximada de 124 898 habitantes de acuerdo con el censo del año 2008.

### **1.1.2. Cultura e identidad**

El poblado es uno de los más antiguos, de origen prehispánico y ascendencia cackchiquel en la rama de los Petapas.

### **1.1.3. Idiomas**

En San Miguel Petapa, además del español, se habla pocomam y pocomchí.

### **1.1.4. Costumbres y tradiciones**

Las principales costumbres y tradiciones son:

- Baile de disfraces los Fieros, se celebra desde las 8:00 am hasta las 6:00 pm el 25 de diciembre.
- La feria patronal de la Virgen de Dolores, celebrada la segunda semana de febrero
- La feria de San Miguel Arcángel, se celebra el 29 de septiembre.
- Novena del Niño Dios, Celebración religiosa del año nuevo litúrgico, se celebra en Año Nuevo
- Visita al Cristo Negro de Esquipulas, se celebra el 15 de enero.
- Feria del Rosario, se celebra a la virgen del Rosario; procesión de la virgen y el baile de Don Chinto, se celebra en el mes de febrero.
- Baile del Centurión, baile de romanos que crucificaron a Cristo, se celebra el viernes santo.
- Visita al puerto de Iztapa, excursión a la costa del Océano Pacífico tras terminar las celebraciones de Semana Santa.
- Sábado de pascua
- Antorchas de la libertad, Grupos de jóvenes corren en relevos para recoger antorchas en Antigua Guatemala y en la Ciudad de

Guatemala para celebrar la independencia de Centroamérica, el 14 de septiembre.

- Honor a los difuntos, se visitan y adornan las tumbas de los fallecidos con flores y coronas de ciprés, el 1 de noviembre.

#### **1.1.5. Lugares sagrados**

En San Miguel Petapa, con base en la información recopilada del diccionario geográfico de Guatemala, se reconoce un sitio arqueológico el cual se denomina Ruinas de la Iglesia Antigua las cuales forman parte del recurso turístico que es en sí un potencial del municipio.

### **1.2. Aspectos físicos**

#### **1.2.1. Vías de acceso al municipio**

Existen tres accesos para llegar al municipio de San Miguel Petapa: por medio de la “carretera interoceánica CA-9 al sur”<sup>1</sup>, pasando por el municipio de Villa Nueva; por la “carretera RD GUA 1”<sup>2</sup> que parte desde el Obelisco hasta llegar al municipio de Villa Canales, y de este hacia San Miguel Petapa que se encuentra a 4 kilómetros al Noreste; por el Trébol, hasta el parque de San Miguel Petapa, por esta razón, a ésta avenida se le dio el nombre de Avenida Petapa.

---

<sup>1</sup> Ministerio de comunicaciones, infraestructura y vivienda. *Red vial de Guatemala año 2013*. Dirección general de caminos. Consulta: 22 de octubre de 2016.

<sup>2</sup> Ministerio de comunicaciones, infraestructura y vivienda. *Red vial de Guatemala año 2013*. Dirección general de caminos. Consulta: 22 de octubre de 2016.

## 1.2.2. Geografía

### 1.2.2.1. Ubicación y localización

El municipio de San Miguel Petapa está situado al sur del departamento de Guatemala, en la región I o región Metropolitana. Se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala. La municipalidad es de cuarta categoría y cuenta con un pueblo, la aldea Santa Inés Petapa y 2 caseríos.

Figura 1. **Mapa del municipio de San Miguel Petapa**

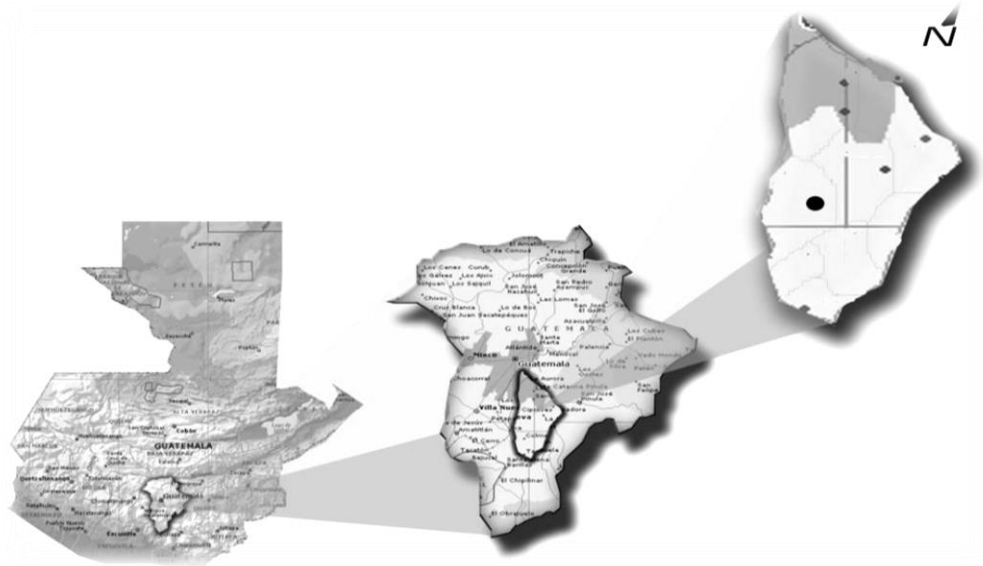


Fuente: San Miguel Petapa. *Política municipal de prevención de la violencia y el delito, seguridad ciudadana y convivencia pacífica: 2015-2019.*

### 1.2.2.2. Cabecera

- **Departamento:** Guatemala
- **Municipio:** Petapa o San Miguel Petapa
- **Cabecera departamental:** San Miguel Petapa

Figura 2. **Mapa de república de Guatemala, departamento de Guatemala y municipio de San Miguel Petapa**



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Plan de Desarrollo 2011-2025*.

### **1.2.2.3. Superficie**

Cuenta con una extensión territorial de 24,64 kilómetros cuadrados.

### **1.2.2.4. Altitud**

Se encuentra a una altitud de 1 277 metros sobre el nivel del mar.

### **1.2.2.5. Coordenadas**

El municipio de San Miguel Petapa es el más pequeño de los pertenecientes al departamento de Guatemala. Está ubicado al Sur-Oriente de la capital dentro de: 14 grados 30 minutos 06 segundos de latitud Norte y 90 grados 33 min 37 segundos de longitud Oeste.



### 1.2.2.6. Colindancias

Limita al Norte y Oeste con el municipio de Villa Nueva (Guatemala); al Sur con el Lago de Amatitlán (Guatemala); y al Este con el municipio de Villa Canales (Guatemala).

### 1.2.2.7. Estructura espacial o distribucional

Tabla I. Lugares que pertenecen al municipio de San Miguel Petapa, según DMP 2015

Nombre	Aldea	Caserios	Cerro	Parajes	Granjas	Lotificación	Fincas	Condominios	Residenciales	Colonias
Santa Inés Petapa (zona 04)	X									
Cerro Gordo (Zona 11)			X							
Callejón Galiz (zona 04)		X								
Galiz (zona 04)		X								
El Cerro (zona 04)		X								
El Encinal (zona 04)		X								
El frutal (zona 07)		X								
Gerona (zona 08)					X					
Joyas (zona 08)					X					
Las Palmas (zona 02)				X						
Puente Piloto (zona 05)				X						
Taltic (zona 10)				X						
Zamora (zona 10)				X						
Playa de Oro (zona 11)				X						
Los Álamos (zona 06)						X				
El Nilo (zona 03)							X			
El Carmen Guillén (zona 10)							X			
El Tempisque (zona 11)							X			
El Zare (zona 11)							X			
Bebedero (zona 11)							X			
San Mateo (zona 11)							X			
La Voladora (zona 11)							X			
Ajial (zona 11)							X			
Sauzal (zona 11)							X			
La Majada o la Cerra (zona 12)							X			
Guayabon (zona 12)							X			
Las Joyas 1, 2 y 3 (zona 01)								X		
Santa Inés (zona 03)								X		
Quebradas de San Miguel (zona 03)								X		
Los Alamitos 1,2 (zona 06)								X		
Villas de Málaga (zona 06)								X		
Llanuba (zona 06)								X		
La Castellana (zona 10)								X		
Los Arcos (zona 11)								X		

## Continuación tabla I

Valles de San Miguel 2 (zona 02)								X	
Los Eucaliptos 1y 2 (zona 03)								X	
Los Pinos (zona 03)								X	
Casuarinas (zona 03)								X	
Sol de los Álamos (zona 06)								X	
Prados de los Álamos (zona 06)								X	
Villas de los Álamos (zona 06)								X	
Jardín de los Álamos (zona 06)								X	
Los Nuevos Álamos 1, 2,3 (zona 06)								X	
Las Rosas (zona 06)								X	
Esmeralda 1,2 (zona 07)								X	
Petapa 1, 2 (zona 07)								X	
Fuentes del Valle 1 (zona 07)								X	
Altos de Fuentes del Valle 1,2 (zona 07)								X	
Cañadas de Petapa (zona 08)								X	
Alcázar (zona 08)								X	
Prados de San Miguel 1, 2,3 (zona 08)								X	
Rincón Oriental (zona 08)								X	
Villas de San Lázaro (zona 09)								X	
San Miguel (zona 10)								X	
Villas de Guillén (zona 10)								X	
Valles de Petapa (zona 10)								X	
Valles de María (zona 10)								X	
Prados de Sur (zona 11)								X	
Valles de San Miguel (11)								X	
Cañadas de Río (zona 13)								X	
Jardines de la Mansión (zona 13)								X	
Exclusivas Villas de Petapa (zona 01)									X
Villas de Petapa (zona 01)									X
Villas Alboradas 1, 2, 3 y 4 (zona 01)									X
El deseo (zona 01)									X
El Centenario (zona 01)									X
Israel (zona 02)									X
Santa Teresita 5 (zona 02)									X
Portal de Santa Inés (zona 04)									X
Semillas de Paz (zona 04)									X
Los Álamos (zona 06)									X
Aguilar Hernández (zona 07)									X
Villa Hermosa (zona 07)									X
Prados de Villa Hermosa (zona 07)									X
Brisas de Gerona 1,2 y 3 (zona 08)									X
San Antonio (zona 09)									X
El Bosque (zona 09)									X
Cendisto (zona 09)									X
Santa Teresita 04 (zona 09)									X
Israel Poniente (zona 09)									X
Papalha (zona 09)									X
El Cortijo (zona 10)									X
Santa Teresita 2 (zona 10)									X
Villas de Santiago (zona 10)									X
Las Margaritas (zona 10)									X
San José (zona 10)									X
Luisa Alejandra 1y 2 (zona 10)									X
El Rosario (zona 10)									X
Ribera del Río (zona 10)									X

Fuente: elaboración propia.

#### **1.2.2.8. Microrregiones**

Para efectos de planificación, el municipio de San Miguel Petapa, se visualizó en tres microrregiones basadas en el criterio la densidad poblacional.

- Micro región 1: denominada Rural, se localiza en el sur del municipio. En esta área se encuentra la menor densidad de la población, ya que el único lugar poblado es Playa de Oro.
- Micro región 2: denominada Central Urbana. Se caracteriza por la gran cantidad de urbanizaciones que se encuentran en el área. Está delimitada por el río Villalobos.
- Micro región 3: denominada Norte Urbana. En ella se ubica la mayor parte de los condominios y residenciales del municipio. Cuenta con varios centros comerciales y está delimitado por el río Villalobos desde la parte norte.

#### **1.2.3. Clima**

Su clima es templado. Se acentúan durante el año las estaciones seca o verano, con sofocantes calores y la lluviosa o invierno, lluvias copiosas durante los meses de mayo a octubre. La temperatura promedio es de 20°C, y una humedad del 50 %. La precipitación pluvial media es de 1 000 mm /año.

#### **1.2.4. Orografía**

La conforman el Cerro Gordo y los parajes El Bebedero, La playa, El Ojo de Agua. El territorio es generalmente plano, pues solo un 25 % corresponde a montes y cerros altos y cultivables. Las mayores elevaciones son los cerros llamados Cerro de pajal, Cerro el encinal, Cerro Cáliz, El ganadero y La Cerra.

### 1.2.5. Demografía

- Población

Según el último censo realizado por el INE en el 2002 la población era de 101 242 habitantes. De ellos, el 6,9 % vive en el área rural, y el 93,1 %, en el área urbana. El 5,34 % está conformado por población indígena y una proyección de 188 173 habitantes para el 2015. San Miguel Petapa estaba originalmente compuesto por una población indígena de descendencia Pocomam. De ahí que su nombre provenga de ese idioma.

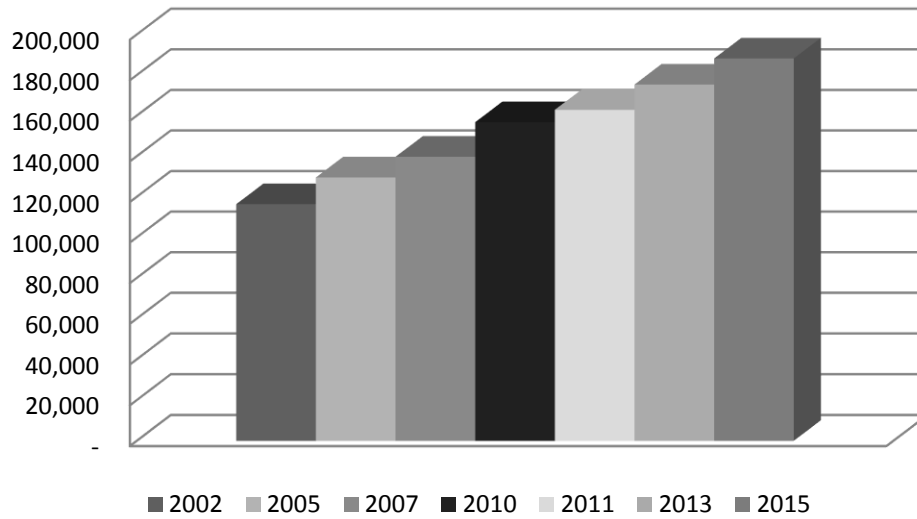
- Crecimiento poblacional

Tabla II. **Proyección crecimiento de la población al año 2015**

Genero/Año	2015	%
Femenino	94 219	50,07 %
Masculino	93 954	49,93 %
Total	188 173	100 %

Fuente: INE. Censo de población 2002. *Proyección poblacional 2015.*

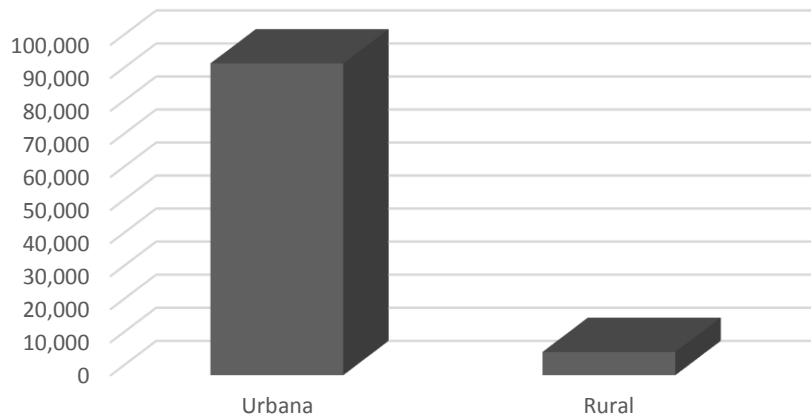
Figura 3. Crecimiento poblacional 2002-2015



Fuente: INE. Censo de población 2002. *Proyección poblacional 2002-2015.*

### 1.2.5.1. Distribución geográfica de la población

Figura 4. Población censo 2002, urbana y rural



Fuente: INE. Censo de población 2002.

Según la distribución geográfica es: 93,1 % urbana; 6,9 % rural.

### 1.2.5.2. Población según grupo étnico

En el municipio no existe diversidad de etnias debido a que es mayoritariamente urbano, solo existe un 5,34 % de la población indígena, la mayor parte pocomam.

Tabla III. Población pertenencia étnica 2002

Municipio	Población total	Pertenencia étnica				
		Maya	Xinka	Garífuna	Ladina	Otra
San Miguel Petapa	101 242	5 234	18	17	95 839	134
Porcentaje	100 %	5,17 %	0,02 %	0,02 %	94,66 %	0,13 %

Fuente: INE. Censo de población 2002. *Pertenencia étnica.*

### 1.2.5.3. Población por edad

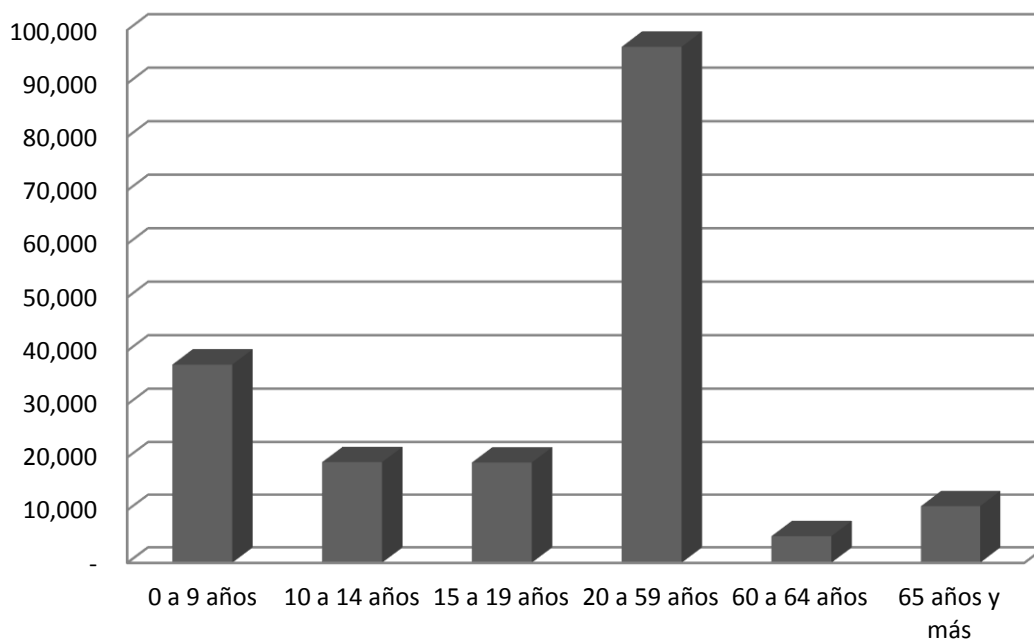
Población total nacional censo 2002	101 242
Proyección población INE 2015	188 173

Tabla IV. Población total nacional, censo 2002

Grupos Etéreos	Total	GÉNERO		GRUPOS DE EDAD (AÑOS CUMPLIDOS)					
		HOMBRES	MUJERES	0 a 6 años	7 a 14 años	15 a 17 años	18 a 59 años	60 a 64 años	65 años y más
POBLACIÓN	101 242	49 139	52 103	18 388	19 335	5 906	53 133	1 453	3 027
PORCENTAJE	100 %	48,54 %	51,46 %	18,16 %	19,10 %	5,83 %	52,48 %	1,44 %	2,99 %

Fuente: INE. Censo de población 2002. *Población total por rangos de edad.*

Figura 5. **Población, censo 2002 por rango de edad**



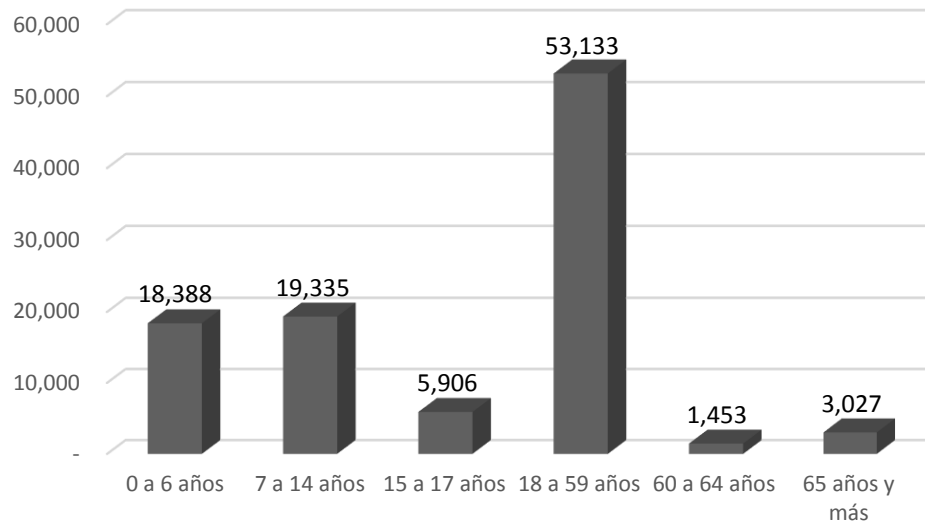
Fuente: INE. Censo de población 2002. *Población total por rangos de edad.*

Tabla V. **Proyección de población INE 2015**

Grupos Etéreos	Total	GÉNERO		GRUPOS DE EDAD (AÑOS CUMPLIDOS)					
		HOMBRES	MUJERES	0 a 9 años	10 a 14 años	15 a 19 años	20 a 59 años	60 a 64 años	65 años y más
<b>POBLACIÓN</b>	188 173	94 219	93 954	37 425	19 108	19 030	96 829	5 046	10 735
<b>PORCENTAJE</b>	100.00 %	54.38 %	45.65 %	19.89 %	10.15 %	10.11 %	51.46 %	2.68 %	5.70 %

Fuente: INE. Caracterización 2013. *Proyección poblacional total por rangos de edad.*

Figura 6. **Proyección población INE 2015, por rangos de edad**



Fuente: INE. Caracterización 2013. *Proyección poblacional total por rangos de edad.*

#### **1.2.5.4. Flujos migratorios**

Según el flujo migratorio, la mayoría de la población de las áreas del municipio migra constantemente hacia la ciudad y la cabecera municipal por motivos laborales y de comercio.

#### **1.2.5.5. Condiciones de vida**

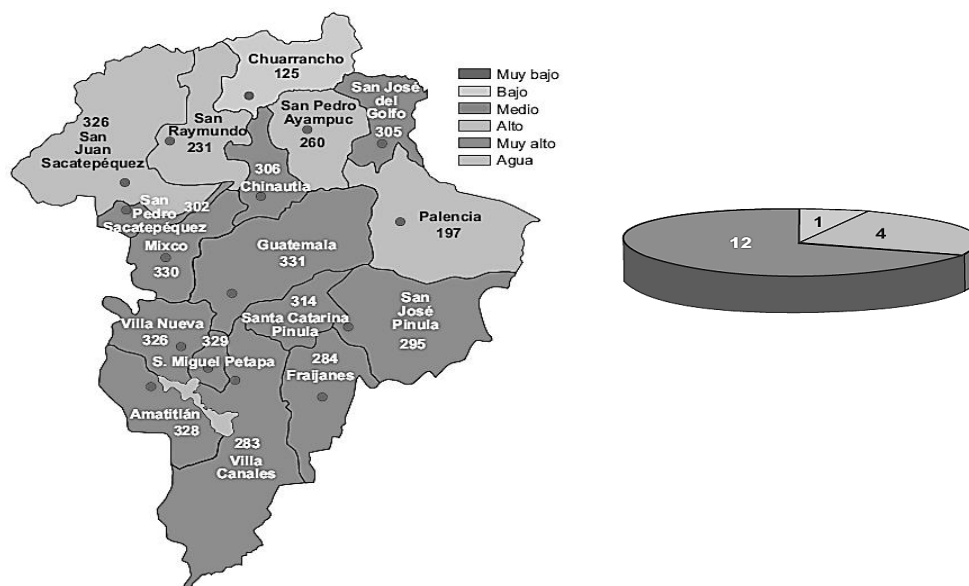
La proporción de la población que vive en pobreza extrema es mínimo (0,79 %); la pobreza general es del 12 %, lo que significa que, de acuerdo con los compromisos de estado contenidos en los Objetivos de Desarrollo del Milenio –ODM- ya se alcanzó el límite municipal que es de 3,4 % relacionado con la pobreza extrema.



### 1.2.5.6. Calidad de vida

La calidad de vida se define en términos generales como el bienestar, felicidad y satisfacción del ser humano, que le otorga a éste cierta capacidad de actuación, funcionamiento o sensación positiva de su vida. Su realización es muy subjetiva, ya que se ve directamente influida por la personalidad y el entorno en el que vive y se desarrolla. La calidad de vida es “la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno”<sup>3</sup>.

Figura 7. **Distribución de frecuencias de municipios del departamento de Guatemala para rangos de calidad de vida**



Fuente: SEGEPLAN. *Vulnerabilidades de los municipios y calidad de vida de sus habitantes.* 2008.

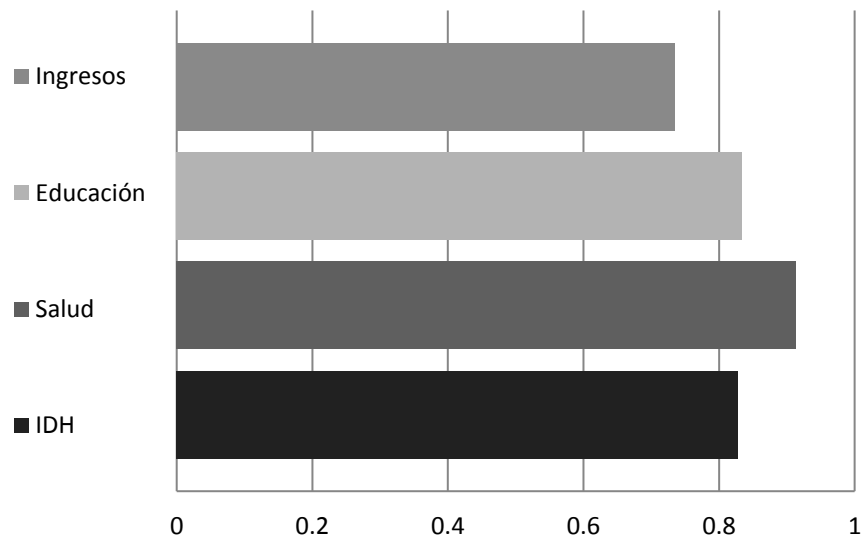
<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud –OMS- *Programa de supervivencia.* Consulta: 18 de octubre de 2016.

Según la distribución de frecuencias para rangos de calidad de vida, San Miguel Petapa está en el lugar 329 de 331 en el ámbito municipal. Esta calificación es muy alta si se compara con la más alta, que es de 331 y corresponde a la ciudad capital, además, si se toma en cuenta que es el municipio más pequeño de los pertenecientes al departamento de Guatemala, según datos de Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN).

### 1.2.5.7. Índice de desarrollo humano IDH

El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador sintético que expresa tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud, educación y nivel de vida. El valor del índice del desarrollo humano puede ser entre 0 y 1, donde 0 indica el más bajo nivel, y 1 indica un índice de desarrollo humano alto.

Figura 8. Índice de desarrollo humano en el municipio de San Miguel Petapa, según componente



Fuente: SEGEPLAN. *Índice Nacional de Desarrollo Humano 2005.*

### **1.3. Aspectos económicos**

#### **1.3.1. Población económicamente activa**

La población económicamente activa (PEA), en Guatemala es definida como: las personas de 15 años y más, que trabajan o buscan trabajo. Según la Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos (ENEI, noviembre 2014), la PEA representa el 41 % de la población total. Respecto a la población en edad de trabajar, la PEA constituye el 60 %. Según datos de segeplan 2009, en San Miguel Petapa, el 34,95 %, de la población total es económicamente activa, del porcentaje anterior el 63,07 % son hombres, y un 36,93 % son mujeres. El 11,82 % vive en pobreza y un 0,79 % en pobreza extrema.

#### **1.3.2. Competitividad**

##### **1.3.2.1. Agricultura e industria**

- Agricultura

Actualmente, en el municipio de San Miguel Petapa la capacidad productiva se basa en actividades industriales, comerciales y agrícolas, como el cultivo de maíz, frijol, café, frutas, caña de azúcar, tabaco, repollo, tomate, cebolla, pepino, berros, papas, melón, güisquil y sandía. En el municipio se practica la actividad de agricultura de subsistencia. En la finca El Carmen se cultiva 50 % de maíz y frijol y la participación de la mujer es media. El caserío El Cerro cuenta con un volumen de producción del 60 % en maíz y frijol. En Playa de Oro existe un volumen de producción local del 100 %, aproximadamente, de banano debido a que se encuentra una asociación comercial agrícola independiente.

- Industria

El empleo en este municipio depende, principalmente, de la industria. En este municipio se asentaron gran cantidad de fábricas que generan ingresos significativos a los pobladores. Como consecuencia, es notorio el avance en la educación, según pobladores. Las empresas industriales textiles que generan una fuente de empleos a los vecinos en San Miguel Petapa, se encuentran ubicadas, principalmente, en los siguientes lugares: Álamos (zona 6), Villa Hermosa, San Antonio (zona 9), Granjas Gerona (Zona 8).

### 1.3.3. Potencial económico del municipio

Tabla VI. Actividades económicas

Nombre de lugar poblado de las actividades industriales	Tipo de actividad industrial	No. Aproximado de empleados	% de mujeres empleadas	Actividades indirectas generadas por la presencia de la industria en el área
<b>Los Álamos zona 6 San Miguel Petapa</b>	Portones industriales	20 empleados	2 mujeres	Comedores, comida rápida, tiendas de primera necesidad.
<b>Villa Hermosa</b>	Homo industriales,	18 empleados	3 mujeres	Comedores, comida rápida, tiendas de gasolina, locales comerciales
	Pinturas industriales	50 empleados	6 mujeres	
	Estructuras metálicas	75 empleados		
<b>San Antonio Zona 9 San Miguel Petapa</b>	Maquilas Loza sanitarias, carpintería industrial	800 empleados 400 empleados	500 mujeres 5 mujeres	Comida rápida y ventas ambulantes, comedor, caseta

Continuación de tabla VI

<b>Granjas Gerona</b>	Industria de Calzado	30 empleados	5 mujeres	Comida rápida
	Industria de talabartería	200 empleados	150 mujeres	Comida rápida
	Elaboración de Alimentos envasados	350 empleados	175 mujeres	Comedores, casetas

Fuente: elaboración propia con base al *mapeo participativo de Dimensión Ambiental*.

El cuadro anterior indica que el área industrial emplea, aproximadamente, a 2 000 personas. De ellas, el 43,80 % son mujeres. Este porcentaje denota que las mujeres se incorporan, cada vez más, en actividades productivas. Además, se ha implementado la seguridad industrial para ambos géneros. Las industrias mencionadas generan actividades comerciales indirectas, como tiendas, comedores, casetas y ventas ambulantes, que generan otro tipo de ingresos para los pobladores de este municipio.

Tabla VII. **Potencial económico**

Principales Actividades Económicas, sectores de la economía, P, S y T	Productos	Actividad secundaria	Condiciones necesarias para su desarrollo	Ubicación geográfica	Potencial productivo (Actual, Dinámico, Emergente Potencial)	Mercados (Local, dptal, nacional, extranjero)
<b>Agricultura (P) Subsistencia</b>	Granos básicos	Mano de obra	Asistencia técnica, insumos agrícolas, conservación de suelos, acceso a la tierra	Finca el Carmen, Caserío El Cerro	Actual	Local
<b>Agricultura (cultivos no tradicionales) (P)</b>	Producción de banano	Mano de obra, mayores ingresos.	Asistencia técnica para mejorar semillas y créditos	Playa de Oro	Actual	Local, dptal con potencial de exportación

## Continuación de tabla VII

Industria (P)	portones, hornos, pinturas, carpinterías, estructuras metálicas, maquillas, calzado, cualquier producto industrial	Empleo, producción de productos industriales Ocupación de mano de obra	Asistencia técnica, vías de acceso, infraestructura	Los Álamos zona 6, San Antonio zona 9, granjas Gerona	Actual	Local, dptal con potencial de exportación
Piscicultura (S)	Acuicultura de peces a menor escala	Empleo, ocupación de mano de obra	Asistencia técnicas, vías de acceso, infraestructura	Playa de Oro	Actual	Local, dptal con potencial de exportación
Comercio y servicio (T)	Apoyo a las actividades productivas	Empleo, acceso a servicios	Fuentes de financiamiento, diversificación	Cabecera municipal, lugares poblados	Actual dinámico	Local, municipal

Fuente: Segeplan. *Taller mapeo participativo y datos estadísticos diversos del municipio de San Miguel Petapa. 2009.*

### 1.4. Aspectos ambientales

#### 1.4.1. Flora

El municipio de San Miguel Petapa cuenta con una gran variedad de plantas. La vegetación existente es un 25 % del territorio municipal, principalmente, en áreas que aún no han sido pobladas, como la Majada, en los alrededores del lago de Amatitlán y barrancos, las constituyen especies arbóreas y en su mayoría con arbustos naturales.

- Especies de flora

Tabla VIII. **Especies de flora en el municipio de San Miguel Petapa**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
spatodea campanulata	(llama del bosque)
pinus sp,	(pino)
cupressus sp	(ciprés)
quercus sp	(encino)
psidium guajaba	(guayaba)
ceiba pentandra	(ceiba)
tabebuia sp	(matilisguate)

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudio Ambiental del municipio.*

#### 1.4.2. Fauna

- Animales domésticos

Tabla IX. **Animales domésticos en el municipio de San Miguel Petapa**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Boss Taurus	vaca
Boss Taurus	toro
Gallus gali	gallinas
Canis vulgaris	perro
Felis Spp.	gatos
Equus caballus	caballo
Capra aegagrus hircus	cabra
Aphys melífera	abeja

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudio Ambiental del municipio.*

- Animales silvestres

Tabla X. **Fauna silvestre en el municipio de San Miguel Petapa**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Sciurus vulgaris	ardilla
Didphis marsupialis	tacuazín
Oryctikigus coniculus	conejo
Depmoptera Spp.	taltuza
Rattus rattus	rata común
Scleropurus viriabilis	lagartija
Clelia clelia	sumbadora
Micrurus ningrusintus	coral

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudio Ambiental del municipio.*

- Aves silvestres

Tabla XI. **Especies de aves en el municipio de San Miguel Petapa**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Zwbauda asiática</b>	paloma ala blanca
<b>Quiscalus macrurus</b>	zanate
<b>Tangará</b>	zopilote

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudio Ambiental del municipio.*



- Fauna insectil

Tabla XII. **Fauna insectil en el municipio de San Miguel Petapa**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Schistocerca Spp.</b>	salta monte
<b>Ooecantun Spp.</b>	grillo
<b>Formica Spp</b>	hormigas
<b>Atta.Spp</b>	zompopos
<b>Musca Olomestic</b>	mosca común
<b>Anopheles Spp.</b>	zancudo
<b>Ciniex lectutaruis</b>	chinchas
<b>Agriotis Spp.</b>	gusano alambre
<b>Eyiozoma lanigerum</b>	pulgas
<b>Pediculus humanus</b>	piojo
<b>Anastrepha ludens</b>	mosca de la fruta

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudio Ambiental del municipio.*

### **1.4.3. Fuentes hídricas**

Como recurso hidrológico el municipio cuenta con siete fuentes hídricas las cuales son: Ojo de Agua, Pinula, Platanitos, Tulujá, Villalobos, quebradas y parte de la cuenca del lago de Amatitlán.

#### **1.4.3.1. Accidentes hidrográficos**

El municipio está atravesado de norte a sur por los ríos Pínula, Villalobos y Platanitos, dos de menor caudal, que se unen al río Villalobos para desembocar en el lago de Amatitlán. El río Villalobos sirve de límite con el municipio de Villa Canales. En San Miguel Petapa también se encuentran algunos riachuelos,

quebradas y manantiales, como el río Ojo de Agua, del cual se obtiene agua potable para ser distribuida entre la población local y parte de la ciudad capital.

#### 1.4.4. Suelo predominante del municipio

San Miguel Petapa se caracteriza por tener pendientes mínimas, algunas pendientes van de 0 a 10 %, que corresponde a un 47,71 % del territorio, otras del 5 % al 12 % corresponden al 43,04 % del total, y otras pendientes del 45 % o más que corresponden al 9,25 % del total. Por eso, es el municipio más poblado de todo el departamento de Guatemala debido a que es más del 90 % habitable, aunque, existen asentamientos humanos en áreas de riesgo, el más conocido es la colonia Aguilar Hernández. Según el mapa fisiográfico morfológico del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) el municipio está localizado en la sección de tierras altas volcánicas. Se divide en 9,94 km<sup>2</sup> de valle y 13,86 km<sup>2</sup> de montaña, lo que equivale a 41,76 % y 58,24 %, respectivamente.

Tabla XIII. Cobertura vegetal y uso de la tierra

Descripción	Área (%)
<b>Total San Miguel Petapa</b>	100
<b>1. Infraestructura</b>	74,9298
<b>1.1 Construcciones</b>	
1.1.1 Centros poblados	72,8331
1.1.2 Recreacionales	
1.1.2.1 Parque recreativo	1,0925
1.1.2.2 Campo y/o pista deportiva	0,6447
<b>1.2 Industria</b>	
1.2.1 Agroindustria	0,1815
1.2.2 Complejo industrial	0,1729
<b>2. Agricultura</b>	13,2160
2.1 Agricultura perenne	

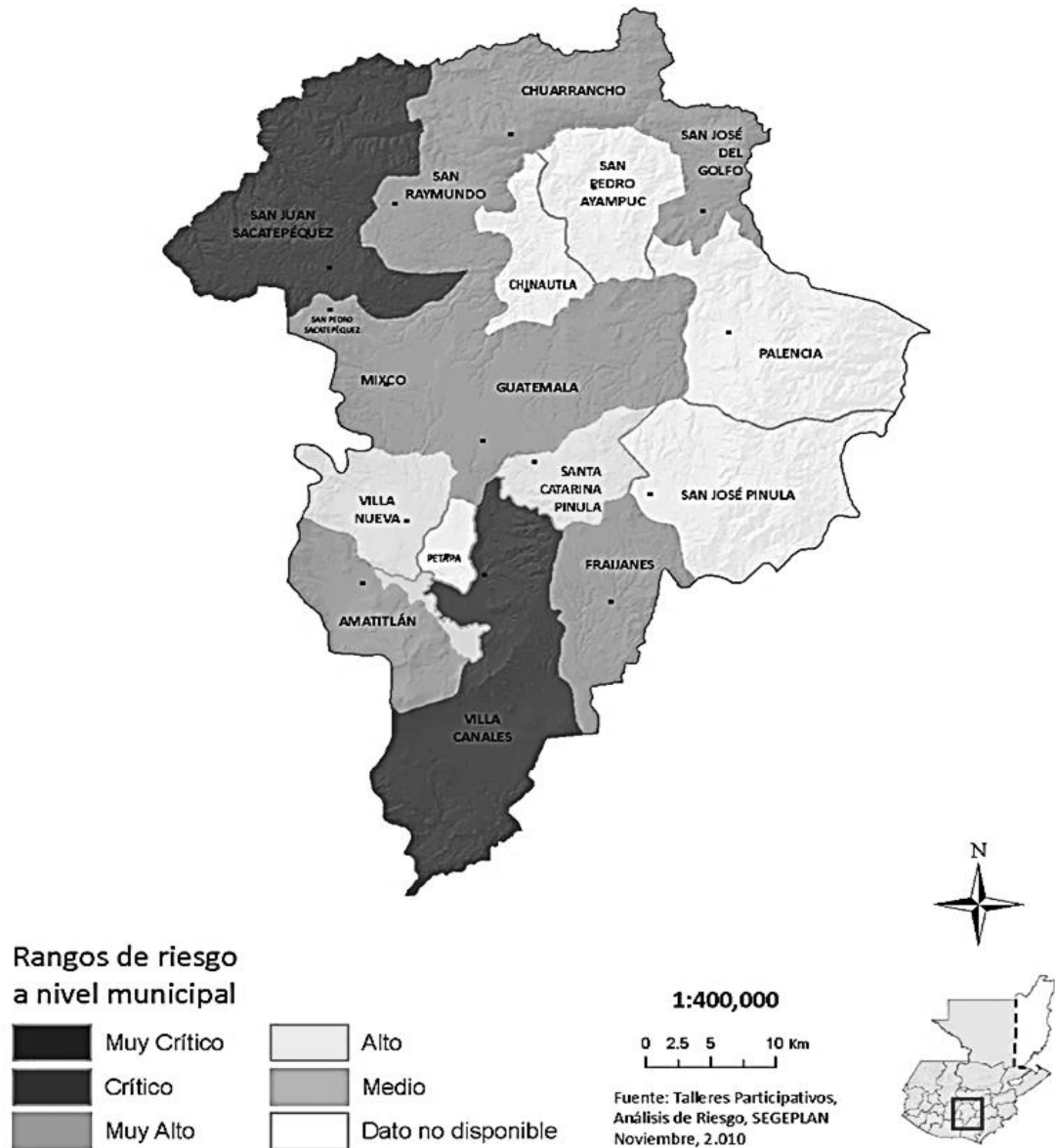
Continuación de tabla XIII

<b>2.1.1</b>	<b>Café</b>	6,1387
<b>2.1.2</b>	<b>Aguacate</b>	0,6636
<b>2.2</b>	<b>Plantación conífera</b>	
<b>2.2.1</b>	<b>Plantación conífera</b>	1,6630
<b>2.3</b>	<b>Agricultura semiperenne</b>	
<b>2.3.1</b>	<b>Caña de azúcar</b>	0,4433
<b>3.</b>	<b>Arbustos – matorrales</b>	7,0511
<b>3.1</b>	<b>Pastos naturales y arbustos</b>	
<b>3.1.1</b>	<b>Pastos naturales y/o herbazales</b>	0,9909
<b>3.1.2</b>	<b>Arbustos – matorrales</b>	6,0602
<b>4.</b>	<b>Bosque natural</b>	0,7918
<b>4.1</b>	<b>Bosque latifoliado</b>	0,7918
<b>4.2</b>	<b>Bosque mixto</b>	3,5100
<b>5.</b>	<b>Cuerpos de agua</b>	0,1092
<b>5.1</b>	<b>Lago – laguna</b>	0,1092
<b>6.</b>	<b>Zonas áridas y mineras</b>	0,3936
<b>6.1</b>	<b>Arena y/o mineral piroclástico</b>	0,0190
<b>6.2</b>	<b>Roca expuesta</b>	0,3747

Fuente: MAGA. *Tabla de cobertura vegetal y uso de la tierra*. Guatemala, enero de 2006

### 1.4.5. Ponderación de riesgo

Figura 9. Mapa del departamento de Guatemala con rangos de riesgos a nivel municipal



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. Mapa de rangos de riesgo a nivel municipal.



## **2. GEOREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA**

### **2.1. Parámetros mínimos para equipamiento urbano de un municipio**

- ¿Que es equipamiento urbano?

Es un conjunto de edificaciones y espacios, predominantemente, de uso público. En ellos se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas.

En función a las actividades o servicios específicos a que corresponden se clasifican en:

- Educación
- Salud
- Recreación, cultura y deportes
- Administración, servicios municipales y seguridad

#### **2.1.1. Educación**

Los parámetros mínimos para el equipamiento de educación son:

- Ubicación

En el área urbana o regional rural se recomienda que los educandos realicen recorridos razonables de acuerdo con las condiciones particulares de

cada región, como la topografía, vías de comunicación, climatología, etc. Todo ello, se debe tomar en cuenta al considerar la distancia mínima para la creación de un centro educativo. Podrán establecerse nuevos centros educativos siempre que en su ubicación se guarden, respecto de los centros que ya funcionen a:

- Nivel pre-primario      1 kilómetro
- Nivel primario            2 kilómetros
- Nivel medio                3 kilómetros

“La creación de nuevos centros educativos a menor distancia podrá ser autorizada por el director departamental de educación correspondiente cuando el estudio de demanda educativa de cobertura lo determine.”<sup>4</sup>

Tabla XIV. **Distancias y tiempos máximos de movilización hacia el centro educativo**

Nivel de educación	Área	Distancia máxima de recorrido a pie (mts)	Tiempo máximo de recorrido (min)
Preprimaria	urbana	500	15
	rural		
Primaria	urbana	1 200	30
	rural	3 000	
Medio	urbana	2 000	45
	rural	4 000	

Fuente: Mineduc. *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. Pág. 56.

<sup>4</sup> Ministerio de Educación de Guatemala. *Artículo 2 del Acuerdo Ministerial 4025-2012*.

- Comunidad a servir

El centro escolar debe localizarse dentro del área a servir (barrios, aldeas, pueblos y/o ciudades, entre otros.) Como se sabe, los centros educativos inciden en el desarrollo y aportan un lugar para la realización de actividades comunales. Se considera que hasta un 30 % de los educandos puede ser de poblados vecinos.

- Amenazas externas

Como parte de la fase de estudios básicos y de factibilidad del proyecto, que se realiza, antes del diseño, se deben revisar las potenciales fuentes de amenazas naturales y antrópicas en el predio en cuestión, se debe procurar que no se localicen en zonas del terreno que propicien mayor vulnerabilidad, generando, consecuentemente, condiciones de riesgo inaceptables.

- Amenazas socio-naturales

Se refiere a fábricas peligrosas y/o contaminantes, líneas de ferrocarril, carreteras de alta velocidad, rastros, cantinas, bares, mercados, prostíbulos, hospitales, cementerios, zonas, bases y destacamentos militares o policiacos, aeropuertos, centros nocturnos, basureros, sitios de almacenaje de sustancias inflamables, tóxicas y químicas, torres eléctricas. Se proporcionan las medidas que se deben considerar para reducir las amenazas naturales y las distancias mínimas entre un centro escolar y una fuente de amenaza creada por el ser humano.



Tabla XV. **Distancia mínima entre un centro educativo y una amenaza creada por el ser humano**

Tipo de amenaza	Distancia mínima (m)
Hospital, centro de salud y puesto de salud.	120 m
Cementerio y basurero.	500 m
Centro generador de ruidos, olores o emanaciones.	120 m
Cantinas, bares, prostíbulos y centros nocturnos.	500 m
Ventas de bebidas alcohólicas.	100 m
Fábricas de pintura, ácidos nitrogenados, producción de cemento, procesamiento y producción de cueros, producción mineral y asbesto, queseras, pescado en conserva.	1 500 m
Materiales de construcción, plantas de asfalto, producción de amoníaco, producción de yeso, rastros, campos para abono orgánico, producción de telas, plantas de procesamiento de fibras vegetales, ingenios azucareros, fábricas de fósforos, vidrios.	500 m
Torres y líneas eléctricas de alta tensión y subestaciones eléctricas, bancos transformadores.	500 m y no menos de 20 m, respectivamente
Gasolineras o bodegas de materiales y gases explosivos.	= o > a 500 m
Depósitos de combustibles soterrados o aéreos y plantas de gas.	= o > a 60 m
Depósitos de explosivos, unidades militares o terrenos minados.	= o > a 1 500 m
Carreteras y vías de acceso.	Consultar con la Dirección General de Caminos y municipalidad local

Fuente: Mineduc. *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. Pág. 57.

- Entorno social

Se recomienda que las áreas exteriores al centro escolar sean tranquilas, agradables, seguras y saludables en aspectos físicos y morales; por ejemplo, zonas residenciales con espacios abiertos, arboledas, calles de poco tránsito y de baja velocidad, cercanas al equipamiento deportivo o recreativo de la comunidad.

- Ingreso al predio

Un centro escolar debe tener accesos preferentemente ubicados en calles de poco tránsito, baja velocidad, con facilidad de afluencia de personas y vehículos de educandos, educadores, personal técnico, administrativo, de servicio, padres y madres de familia, y vecinos. Se recomienda que las calles circundantes sean transitables durante todo el año. Los accesos al centro escolar deben ser en un número reducido para mayor control del ingreso y egreso.

- Servicios

El terreno debe contar con los servicios públicos con que cuenta la comunidad: agua potable, electricidad, drenajes, transportes, accesos transitables todo el año, teléfono. La falta de servicios de agua y drenajes debe suplirse por el medio más adecuado de abastecimiento de agua potable y evacuación de aguas pluviales y negras.

- Características climáticas

Es necesario conocer las características climáticas, tanto regionales como de microclima: temperatura, precipitación pluvial, vientos dominantes, humedad, soleamiento, luminosidad. Estos datos deben consultarse con la municipalidad o en las sedes regionales del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh).

- Área o extensión

El cálculo se basa en la población máxima de educandos por atender en la jornada crítica proyectada, según nivel educativo. Se debe considerar cierta

holgura para futuras ampliaciones. La cantidad mínima de educandos para la creación de un centro educativo oficial, son los siguientes.

Tabla XVI. **Mínimo de educandos por nivel de centro educativo**

Nivel del centro educativo	Mínimo de educandos
Pre-primario	20
Primario (gradado)	25 por grado
Primario (multigrado)	30
Medio, ciclo básico (telesecundaria)	2
Medio, ciclo básico y diversificado	30

Fuente: Mineduc. *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. Pág. 21.

“El equipamiento de educación incluye:

- Educación preescolar
  - Guarderías y jardín de niños
  
- Educación básica
  - Escuela primaria
  - Escuela secundaria
  - Escuela pre vocacional

- Educación media
  - Institutos y escuelas técnicas, preparatorias, colegio de bachilleres y vocacionales.
  - Academias y laboratorios de idiomas, de secretarías y contabilidad.
  - Estudios y academias de las bellas artes, de artesanías, de artes marciales, natación, Internados educativos, etcétera.
  
- Educación superior
  - Centros tecnológicos, universidades, centros de posgrado y especialización.
  - Centros de investigación”<sup>5</sup>.

### **2.1.2. Salud**

“Los parámetros para el equipamiento de salud son:

- Selección del terreno

Los beneficios que se pueden obtener son de tipo económico en el planteamiento del diseño arquitectónico y estructural, y de tipo social en la accesibilidad que tendrá la población beneficiada la cual contará con una buena atención en salud. Para seleccionar un terreno son necesarios los siguientes requisitos mínimos.

---

<sup>5</sup> SCHJETNAN, Mario., PENICHE, Manuel., CALVILLO, Jorge. *Principios de Diseño Urbano y Ambiental*. Pág. 92

- Topografía y localización

El terreno debe ser, preferiblemente, plano, libre de fallas geológicas, que permita el drenaje natural, en el cual no existan rellenos, hondonadas, que no sea susceptible a inundaciones. Debe estar alejado de zonas de alto riesgo y que afecten la bioseguridad del área, como gasolineras, fábricas, cementerios, prostíbulos y bares, zonas pantanosas, basureros (rellenos sanitarios) y demás características no compatibles.

- Riesgos geológicos y estudio de suelos

Es necesario realizar estudios de: riesgos volcánicos por la diversidad de volcanes en Guatemala y la cercanía a zonas pobladas, riesgos hidrometeorológicos verificando las cuencas hidrográficas y los puntos posibles de mayor riesgo de inundaciones, riesgos sísmicos (solicitar el historial sísmico de la región para conocer las magnitudes y epicentros) lo cual servirá para el diseño estructural y riesgos de deslizamientos y derrumbes propiciado por desniveles de terrenos aledaños o por estar el terreno en un nivel superior.

Un estudio de suelos, de donde se desea obtener información, da a conocer qué tipos de capas lo conforman para evitar edificar en suelos arenosos, pantanosos, arcillosos, limosos o rellenos, o con el nivel de aguas subterráneas a poca distancia de la superficie.

- Accesibilidad

Teniendo en cuenta el desarrollo urbano y realizando estudios de zonificación es recomendable que el terreno por elegir esté dentro del casco urbano de la población. Sin embargo, dado el desmedido y desordenado

crecimiento urbano que existe en las diferentes regiones del país obliga a considerar lo siguiente:

- Contar como mínimo con dos accesos.
  - Tener vínculo con los ejes viales más importantes.
  - Considerar los recorridos del transporte público.
  - Considerar la afluencia de peatones que no utilizan el transporte público.
  - Facilitar el transporte de pacientes por ambulancia.
  - Evitar áreas de congestionamiento de tránsito.
- Disponibilidad de los servicios públicos básicos

En terrenos donados se debe tomar en cuenta la cercanía de los servicios públicos básicos ya que la interconexión a los mismos en terrenos alejados a estos incrementaría el costo de inversión. Los servicios públicos básicos con los que se debe contar son los siguientes:

- Abastecimiento de agua potable adecuada en cantidad y que cumpla con los parámetros establecidos en los análisis químico-bacteriológicos para calificarla como agua potable.
- Disponibilidad de drenajes tanto de aguas locales como de aguas pluviales y que los sistemas sean separativos.
- Energía eléctrica.
- Red telefónica y de comunicaciones.

- Área

Por lo general, se sugieren áreas de entre 4 a 6 manzanas, según la disponibilidad de las mismas y tomando en cuenta que el costo del terreno no debe ser mayor del 10 % del costo de la inversión. Sin embargo, es necesario considerar lo siguiente:

- La ocupación del terreno no debe exceder el 30 % del área total.
- El 70 % del área libre se debe distribuir con un 20 % que servirá para futuras ampliaciones y el 50 % destinado para área verde.
- Para soluciones de tipo horizontal se puede tomar como un indicador aproximado para determinar el área total del terreno entre 120 a 160 m<sup>2</sup> por cama censable.
- Para soluciones de tipo vertical se puede tomar entre 80 a 100 m<sup>2</sup> por cama censable para conocer el área total del terreno.

- Solución horizontal vs. Solución vertical

Es necesario realizar un recuento de las desventajas y ventajas para decidir realizar la construcción de un establecimiento de salud o un hospital de forma horizontal o que cuente con varios niveles, es decir, de forma vertical, la experiencia en las fluctuaciones de energía eléctrica, la sismicidad de la región o factores climáticos y los reglamentos o normas de urbanización son elementos que influyen en una buena elección de solución.

- Criterios para el cálculo de ambientes y número de camas
  - Cálculo de consultorios

Para determinar el número de consultorios en consulta externa, según la especialidad, es necesario contar con la siguiente información:

- Número de consultas al año (CA= consulta por hora médico X horas diarias de médico en consulta X 250 días de atención de consulta externa en un año.)
  - Rendimiento hora médico.
  - Horas diarias de funcionamiento del servicio de consulta externa.
  - Número de consultorios =  $\frac{CA}{250 \times \text{rendimiento hora-médico} \times \text{horas diarias de funcionamiento del servicio de consulta}}$  (250 días laborales X rendimiento hora-médico X horas diarias de funcionamiento del servicio de consulta).
- Escaleras

Dado que la escalera principal será utilizada por pacientes acompañados, tendrá un ancho mínimo de 1,80 m y estará provista de pasamanos. En las unidades de hospitalización la distancia entre la última puerta del cuarto de pacientes y la escalera no debe ser mayor de 35 m. Las escaleras de servicio y de emergencia tendrán un ancho mínimo de 1,50 m. El paso de la escalera debe tener una profundidad de 30 cm, y el contrapaso no será mayor de 16 cm. (preferentemente 15 cm). Las escaleras no deben tener llegada directa hacia los corredores y elevadores. Los vestíbulos que dan acceso a las escaleras tendrán un mínimo de 3 m de ancho.



- Rampas

La pendiente de la rampa no debe ser mayor al 6 %. El ancho mínimo será de 2 m para pacientes y de 2,50 metros para servicio. El acabado del piso debe ser antideslizante, y deberá tener barandas a ambos lados. No es recomendable el uso de rampas para las unidades de atención. En el caso de que haya desniveles entre unidades, se permitirá el uso de rampas”<sup>6</sup>.

“El equipamiento de salud incluye:

- Consultorios, laboratorio de análisis y diagnóstico médico.
- Hospitales generales y de especialidad, sanatorios, clínicas de consulta externa y centros de atención de urgencias.
- Puestos de salud, centros de salud.
- Clínicas de especializaciones médicas, de psicología, y de veterinaria.
- Centros de rehabilitación mental, orfanatorios, asilos para ancianos e indigentes y centros de atención materno-infantil”<sup>7</sup>.

### **2.1.3. Recreación, cultura y deportes**

En Guatemala no existen normas para desarrollar y plantear proyectos recreativos; por lo cual deben seguirse lineamientos de otros países para lograr equilibrio en el desarrollo urbano de los pueblos.

Los parámetros para el equipamiento en recreación, cultura y deporte son:

---

<sup>6</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala.

<sup>7</sup> SCHJETNAN, Mario., PENICHE, Manuel., CALVILLO, Jorge. *Principios de Diseño Urbano y Ambiental*. Pág. 92

- Dimensión del Terreno

Deberá tener un área mínima de 30 631,00 m<sup>2</sup>; según la matriz de necesidades del centro cultural y recreativo.

- Topografía

Pendiente comprendida entre el 5 – 15 %, recomendable de acuerdo con el uso del suelo que, en este caso, corresponde a áreas y construcciones recreativas, lo que permitirá una buena urbanización del terreno, buena utilización y máximo aprovechamiento del mismo; ya que el suelo será accesible para la construcción, visibilidad amplia y buenas vistas.

- Si se encuentra entre el 0 – 5 % se puede controlar la erosión, se puede reforestar, tiene una ventilación media y el uso recomendable sería una construcción a baja densidad, para uso de recreación intensiva.
- Si se encuentra entre el 5 – 10 %, erosión media, asoleamiento constante, ventilación adecuada, pendientes bajas y medias y su uso para recreación.
- Del 10 – 15 % requerirá movimientos de tierra, cimentación irregular, ventilación aprovechable, buen asoleamiento, su uso para zonas de recreación.

- Vegetación

Deberá respetarse la vegetación existente o elegir un terreno que incluya matorrales, ya que, al removerlos para la edificación del centro cultural, recreativo y de deportes, su impacto visual será mínimo sobre el entorno que lo rodea.

- Hidrografía

Que el terreno seleccionado tenga una pendiente comprendida entre el 5 y el 15 % para que la evacuación de las aguas pluviales sea natural, de lo contrario, tendría que diseñarse la instalación necesaria para este uso.

- Aspectos legales

En lo que se refiere a la propiedad del terreno, tendrán prioridad los municipales y comunitarios sobre los privados. Sin embargo, si se carece del primer tipo de terreno, se optará por los privados, siempre que cumplan con los requisitos necesarios para plantear un proyecto como el propuesto en el presente documento.

- Servicios de infraestructura

La instalación de agua potable deberá conectarse a la red urbana. La instalación de drenaje deberá conectarse a una planta de tratamiento de aguas negras y jabonosas, para evitar la contaminación de ríos y riachuelos. De esta manera, se evitará el deterioro del medio ambiente. Sin embargo, las aguas pluviales, por ser un lugar de escasa precipitación pluvial, no necesitan de instalación ya que el recorrido de las mismas sigue su propio rumbo para llegar a desembocar en una quebrada, riachuelo, etc. La instalación eléctrica deberá conectarse a la red urbana. Todos los servicios anteriores deberán estar cercanos al terreno que se elija para no invertir en costos adicionales de conexión.

- Accesibilidad

Tanto su ingreso como la salida deben ser accesibles. De preferencia debe estar lo más cercano posible a las vías principales o que tenga más de un acceso. De esta manera, cuando el centro preste su servicio con su máxima capacidad y se presente una emergencia, la evaluación de los usuarios será fácil porque tomarán rumbos diferentes, sin obstaculizar el tránsito.

- Uso del suelo

De ser posible que sea compatible con los usos predominantes en el sector.

- Equipamiento

El equipamiento urbano complementario del conjunto arquitectónico se generará cuando se construya, ya que al convertirse en un hito urbano se requerirá de señalización, vialidad de calles, pasos peatonales, parada de bus, teléfonos públicos, depósitos de basura, etc.

Tabla XVII. **Normas y coeficientes de uso de equipamiento recreativo, cultural y de deportes**

Descripción Recreación, Cultura	Normas p/persona m <sup>2</sup> de terreno	Coeficiente de uso de la población	Radio de uso	Superficie Unidad (ha)	Capacidad unidad (personas)	Ubicación
Auditorio	0,60 m <sup>2</sup> / usuario					
Biblioteca	0,036 m <sup>2</sup> / habitante	40 % de la población total	670 m	0,02-0,4	4 900 – 10 500 hab.	Barrio o sector
Áreas verdes	1,1 m <sup>2</sup> / habitante	Toda la población	670 m	1,1-4,4	10 – 40 000 Hab.	Barrio o sector
Recreación infantil	5 m <sup>2</sup> / habitante	30 % de población total	335 m	0,13 – 0,50	2 500 a 10 000 hab.	Barrio
Plaza	0,50 m <sup>2</sup> / habitante				10 000 a 30 000 hab.	
Área Deportiva / Recreativa	14,00 m <sup>2</sup> / habitante				10 000 a 30 000 hab.	

Fuente: elaboración propia según *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales.*

“El equipamiento de recreación, cultura y deportes incluye:

- Museos, bibliotecas, hemerotecas y casa de la cultura.
- Cines, teatros, auditorios y salas de concierto.
- Estadios, plazas de toros, arenas, lienzos y autódromos.

- Clubes deportivos y gimnasios, jardines con juego infantiles y áreas de convivencia, parques especializados (zoológicos, botánicos), parques naturales y plazas.
- Salones para fiestas, banquetes, bailes, centros nocturnos, billares, boliches y otros pasatiempos.
- Predios para exposiciones, ferias, circos, etcétera”<sup>8</sup>.

#### **2.1.4. Administración, servicios municipales y seguridad**

Los parámetros para el equipamiento en administración, servicios municipales y seguridad son:

- Arquitectura sin barreras

Para no marginar a las personas con capacidades especiales, se plantea que el área pública del edificio esté únicamente en el primer nivel con acceso a las áreas comunes y sin restricción.

- Zonificación por sectores

Se plantea la zonificación por departamentos. De esta forma, los departamentos y delegaciones que tengan trabajo en común tendrán comunicación directa y se evitará el tránsito de personas en los pasillos.

---

<sup>8</sup> SCHJETNAN, Mario., PENICHE, Manuel., CALVILLO, Jorge. *Principios de Diseño Urbano y Ambiental*. Limusa. Pág. 93

- Acceso público y de empleados

Los empleados tendrán un acceso independiente en la entrada para evitar la aglomeración en el ingreso principal, además permitirá el control de los horarios de entrada y salida.

- Atención al público

En el ingreso principal se ubicará una recepcionista para orientar a los visitantes al edificio municipal.

- Uso de la informática

Se utilizará un *Data Center* para unificar los servicios de internet, cable, telefonía y circuito cerrado de vigilancia por medio de un centro de datos y de cableado estructurado, así como energía regulada para los puestos de trabajo.

- Ventilación natural

El patio central del edificio y las fachadas laterales aportan la ventilación natural y evitan el uso excesivo de sistemas mecánicos de acondicionamiento de aire.

- Manejo de desechos sólidos

Se pretende impulsar el reciclaje por medio de desechos sólidos separados para ayudar al medio ambiente y de esta manera minimizar el impacto ambiental del proyecto.

- Orientación de los ambientes

Se debe tener en cuenta la orientación de los ambientes y en orientaciones críticas utilizar voladizos y parteluces para tener un mejor control climático, a su vez que la orientación de las ventanas tendrá relación con la dirección del viento (Norte – Sur).

- Almacenamiento del agua

Se recomienda la utilización de sistema de captación de agua potable por medio de un tanque cisterna, para dotar al inmueble en caso de algún inconveniente con el agua municipal.

- Drenajes separativos

Es importante tener control del sistema de drenajes del inmueble. Por ello, se plantea la opción de hacer drenajes separativos para desfogar el agua de lluvia y aguas negras de manera independiente y así tener un mejor control ambiental.

- Tipología arquitectónica

Se recomienda la utilización de arquitectura regional y de integración al contexto histórico y al contexto urbano en virtud que las construcciones actuales cuentan con arcos y arcilla típicos de la arquitectura colonial.

- Arquitectura de integración y regional

Para no alterar la imagen urbana se plantea integrarse al contexto por medio de la morfología de la edificación y de la utilización de los materiales del lugar.



- Integración de elementos históricos

El edificio municipal debe de contar con los símbolos patrios del país y cualquier objeto que tenga gran valor histórico para el municipio, es por ello que se plantea integrarlos al nuevo edificio.

- Materiales y tecnologías adecuados

Se deben utilizar materiales actuales sin alterar la morfología, carácter y arquitectura regional del municipio, también se podrá utilizar decoración de arte colonial con toques modernos.

#### **2.1.4.1. Administración**

“El equipamiento de administración incluye:

- Oficinas particulares
  - Despachos, consultorios, notarías, etcétera
  - Compañías en general
- Administración municipal
  - Servicio directo: correos, telégrafos, teléfonos, luz, oficinas de hacienda, juzgados, etcétera.
  - Servicio indirecto: oficinas del gobierno federal, del municipio, organismos paraestatales y empresas descentralizadas”<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> SCHJETNAN, Mario., PENICHE, Manuel., CALVILLO, Jorge. *Principios de Diseño Urbano y Ambiental*. Pág. 93

#### **2.1.4.2. Servicios municipales**

El equipamiento de servicios municipales incluye:

- Estaciones o bombas de agua potable
- Estaciones o subestaciones de energía eléctrica
- Estaciones o entidades de saneamiento
- Estación o entidad de recolección de basura

#### **2.1.4.3. Seguridad**

“El equipamiento de seguridad incluye

- Subestaciones de bomberos
- Estación y Subestaciones de policía
- Subestaciones de tránsito”<sup>10</sup>

### **2.2. Situación actual del equipamiento urbano**

#### **2.2.1. Educación**

Segeplan realizó un estudio de establecimientos educativos abiertos el 2 de diciembre del 2009. Según eso, en San Miguel Petapa existen 32 establecimientos abiertos, a nivel primario, nivel básico y nivel diversificado.

---

<sup>10</sup> SCHJETNAN, Mario., PENICHE, Manuel., CALVILLO, Jorge. *Principios de Diseño Urbano y Ambiental*. Pág. 93

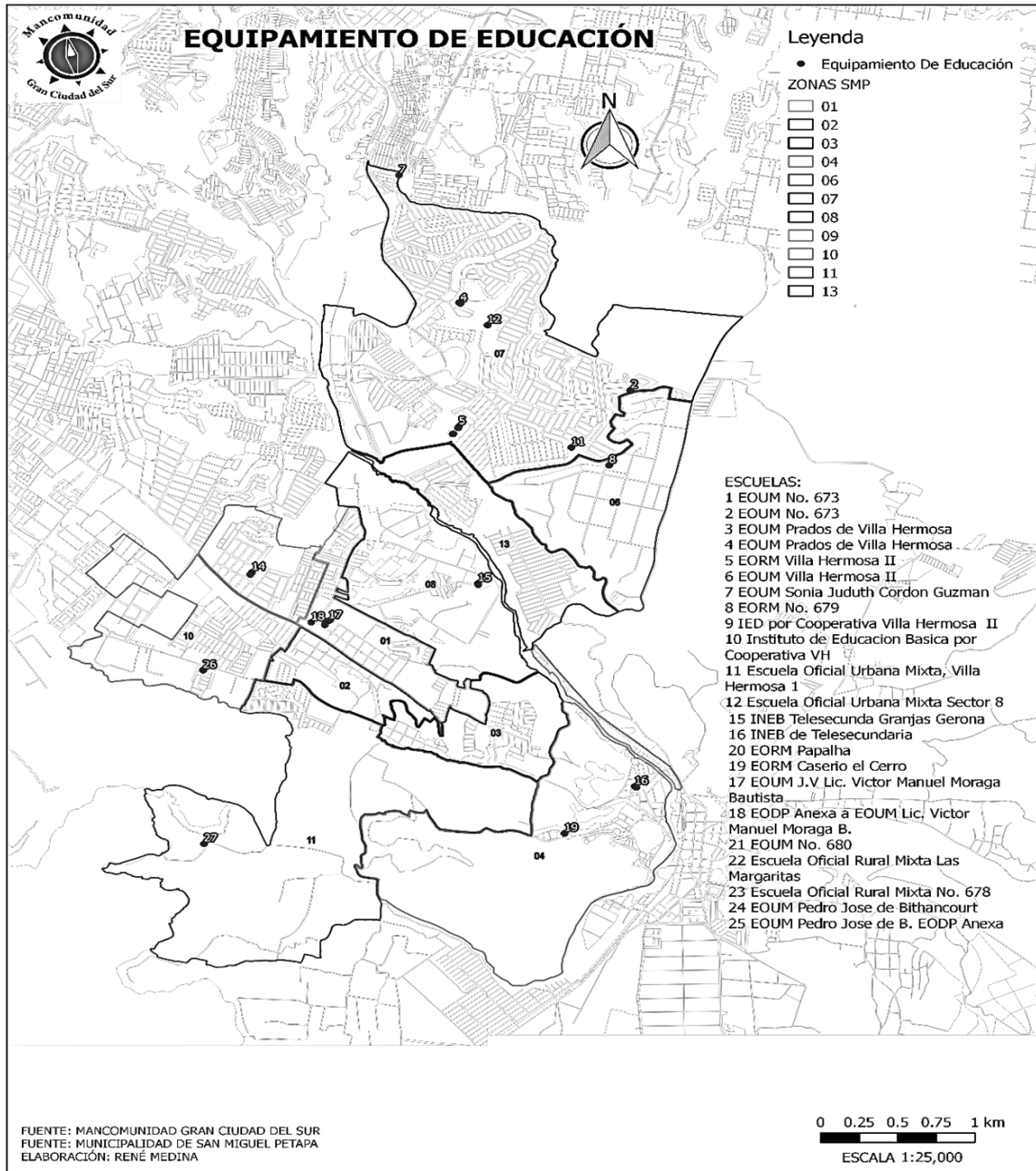
**Tabla XVIII. Establecimientos abiertos a diciembre de 2009 en el municipio de San Miguel Petapa**

Ubicación	Número de Establecimientos
San Antonio	5
Granjas Gerona	6
Villa Hermosa	2
Caserío Playa de Oro	1
Casco central	13
Aguilar Hernández	2
Aldea Santa Inés	1
Colonia las Margaritas	2

Fuente: elaboración propia.

- Equipamiento de educación

Figura 10. Mapa de edificios de equipamiento de educación en San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el Banco Mundial.

**Tabla XIX. Equipamiento urbano de educación, en San Miguel Petapa**

Nombre del Lugar Poblado	Villa Hermosa 1	Sector I Villa Hermosa 1	Prados de Villa Hermosa
Número de equipamiento	1	2	3
No. De clasificación	100	100	100
Clasificación del equipamiento	Educación	Educación	Educación
Numero Grupo	104	104	104
Grupo del equipamiento	Primaria	Primaria	Primaria
Nombre del equipamiento	EOUM No. 673	EOUM No. 673	EOUM Prados de Villa Hermosa
Dirección del equipamiento	37 Av 18-96 Sector 1 Zona 7 Villa Hermosa 1	37 Av 18-96 Sector 1 Zona 7 Villa Hermosa 1	18 calle 22-20 Zona 7 colonia Prados de V H
Tipo de propiedad	MINEDUC	MINEDUC	MINEDUC
Nombre del director o responsable del equipamiento	Doris Rosalba Rosales Ramos	Lilian Aracely Guerra de Campos	Flor de María Pérez García
Genero	Mixto	Mixto	Mixto
No. Mujeres	213	-	365
No. Hombres	216	-	403
Total	429	-	768
El equipamiento cuenta con	Cocina	Cocina	Cocina
Jornada	Matutina	Vespertina	Matutina
Número de secciones	12	11	20
Número de aulas	12	-	-
No. De Estudiantes	429	368	768
Número de Maestros	12	11	20
Número de usuarios por día	350	350	1000
Número de empleados total	14	13	24
Niveles del edificio	1	1	1
Área total del terreno (m2)	-	-	-
Área total construida (m2)	-	-	-
Numero de sanitario	6	6	6
Número de duchas	0	0	0
Número de parqueos	0	0	0
Cuenta con alumbrado público	SI	SI	SI
Cuenta con plan de evacuación	SI	SI	SI
¿Funciona como albergue?	NO	NO	NO
Año en que fue construido	1987	1987	1998
Tipo de construcción en techo	Lamina de zinc más costanera	Lamina de zinc más costanera	Lamina de zinc más costanera
Tipo de construcción en paredes (mayor Cantidad de paredes)	Block más columnas	Block más columnas	Block más columnas
Área de cobertura	Villa Hermosa I y II , Prados de Villa Hermosa, Álamos	Villa Hermosa, Álamos, Prados de Villa Hermosa	Prados de Villa Hermosa, Villa Hermosa, Petapa I, Petapa II

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa.

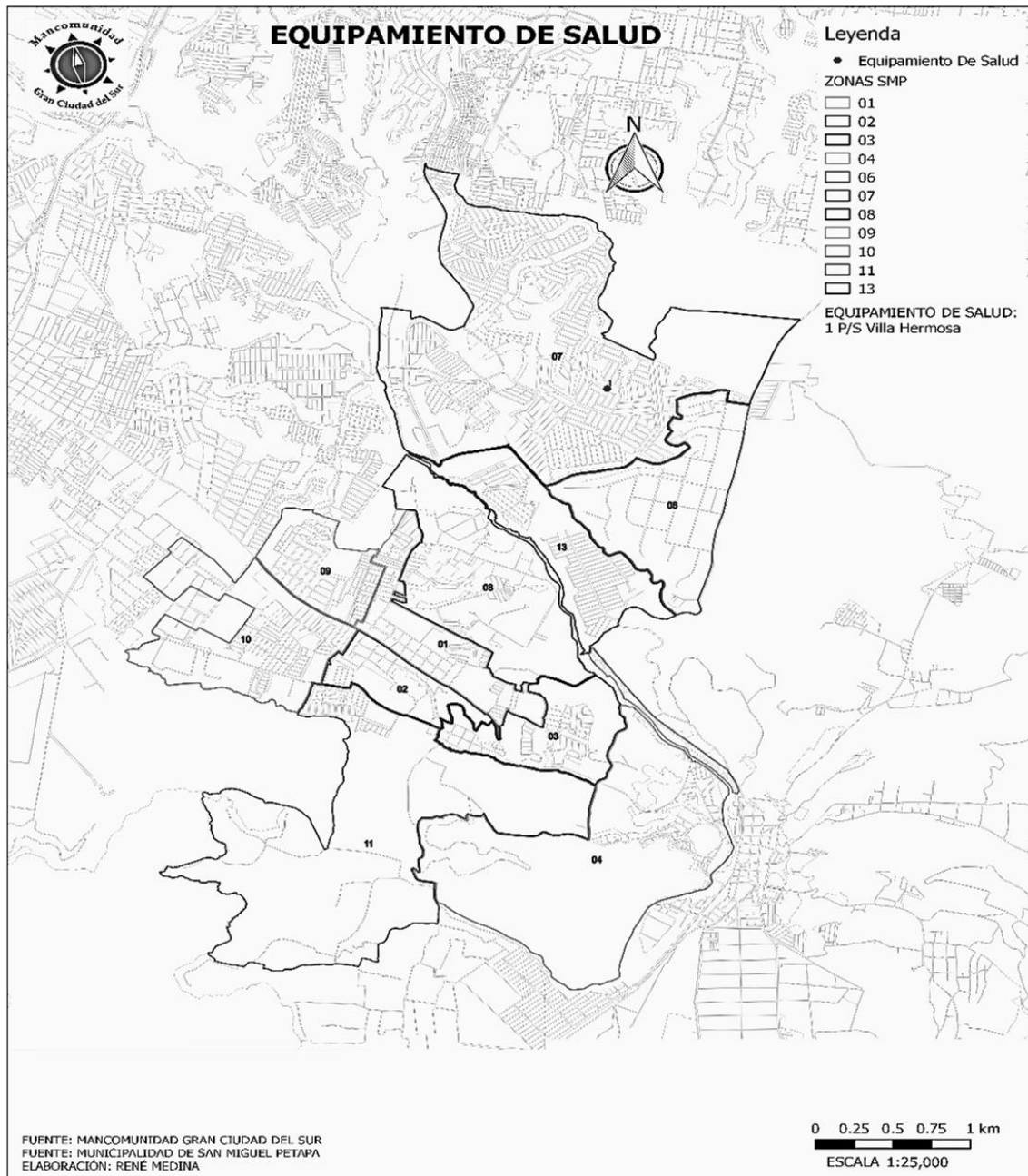
### **2.2.2. Salud**

San Miguel Petapa cuenta con un puesto de salud en Villa Hermosa (con capacidad de atender a más de 2 000 personas). Sin embargo, es insuficiente por el crecimiento poblacional acelerado. Anteriormente, contaba con un centro de salud (con capacidad de atender a más de 10 000 personas) pero debido a problemas jurisdiccionales pasó a formar parte de la Ciudad capital. Además, cuenta con clínicas municipales y privadas ubicadas estratégicamente en todo el municipio.

En San Miguel Petapa existen 111 389 habitantes para lo cual deberían existir, por lo menos, 8 centros de salud y más de 50 puestos de salud para cubrir la demanda.

- Equipamiento de salud

Figura 11. Mapa de edificio de equipamiento de salud en San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el Banco Mundial.

Tabla XX. **Equipamiento urbano de salud, en San Miguel Petapa**

Nombre del Lugar Poblado	Villa Hermosa 1
Número de equipamiento	1
No. de clasificación	200
Clasificación del equipamiento	Salud
Número grupo	211
Grupo del equipamiento	Puesto de salud MSPAS
Nombre del equipamiento	P/S Villa Hermosa
Dirección del equipamiento	Lote 46 al 50 Manzana D, Sector 6, Villa Hermosa 1
Tipo de propiedad	Municipal
Nombre del director o responsable del equipamiento	Doctora Ana Lucrecia Samayoa
Número de empleados total	7
Número de enfermeras /os	2
Número de médicos/as	2
Numero de camillas	3
Número de clínicas	2
Niveles del edificio	1
Área total del terreno (m2)	180 mts
Área total construida (m2)	49 mts
Numero de sanitario	2
Numero de duchas	-
Numero de parqueos	-
Cuenta con alumbrado público	NO
Cuenta con un plan de evacuación	SI
¿Funciona como albergue?	NO
Tipo de construcción en techo	Concreto
Tipo de construcción en paredes (mayor cantidad de paredes)	Block
Área de cobertura	Rivera del Rio, Zona 7 Álamos Zona 6

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa.



### 2.2.3. Recreación, cultura y deportes

- Recreación

El municipio de San Miguel Petapa cuenta con un parque municipal destinado a la recreación de la población, y dos centros recreativos para la población ubicados en:

- 9 Calle, Lote 0-00, Zona 5, colonia Paraíso del Frutal
- 8 Avenida Zona 1, colonia San Miguel Petapa

Cuenta con la plaza Santa Inés Petapa, la cual se ubica frente a la plaza Petapa (al Este) y está delimitada al sur por la carretera que conduce hacia el bosque o zona de manejo forestal y la calle que conduce hacia el mirador del pueblo de San Miguel Petapa. Dentro de este espacio, se albergan, una zona de estar, el refugio para guardabosques y el auditorium al aire libre. La infraestructura construida en esta plaza consta de 74 m<sup>2</sup> de pisos y senderos. La construcción de muros de piedra para contención: 49 m lineales (19 m<sup>3</sup>).

El parque ecológico La Cerra es un lugar de recreación natural para los habitantes cercanos, el área de uso actual es una tercera parte del área total que abarca el mismo y es la parte más cercana a las vías de acceso. Por sus características, La Cerra se clasifica como un parque ecológico. En el área predominan la madera, la piedra y el ladrillo. Cuenta con senderos y áreas de estar. Su mantenimiento está a cargo de la municipalidad de San Miguel Petapa.

También cuenta con la plaza La Ceibita donde se construyeron 19 m lineales de muros de contención, que a la vez sirven de jardineras (6 m<sup>3</sup>). Un piso circular de 170 m<sup>2</sup>. En la misma plaza también se, construyeron 7 bancas con

sentaderos y patas de metal, respaldo con listones de madera de ciprés. Se construyó una churrasquera de piedra, y un refugio para guardabosques de 13 m<sup>2</sup>, con piso de cemento, techo de lámina imitación teja y paredes de madera.

También se cuenta con la plaza Los Álamos ubicada frente a la plaza Petapa y a la par de la plaza Santa Inés. Se identifica porque en ella están los servicios sanitarios de uso público de la zona. Consta de un sendero y rampas de acceso, una terraza con grama y jardín. Además, hay un espacio con pisos alrededor de los servicios sanitarios. Entre las infraestructuras construidas están un muro de contención para formar una terraza de 59 metros lineales (16 m<sup>3</sup>) y 125 m<sup>2</sup> de senderos, pisos y gradas.

- Cultura

El municipio de San Miguel Petapa no cuenta con centros de cultura. Para subsanar esta carencia la población debe viajar a la ciudad capital, pero cuenta con salas de cines ubicadas en los principales centros comerciales del municipio.

- Deportes

San Miguel Petapa cuenta con el Club Deportivo Petapa. Es un club de fútbol fundado el 16 de octubre de 1979 y actualmente juega en la liga nacional. El municipio de San Miguel Petapa posee un estadio municipal, el club deportivo Petapa disputa sus partidos como local en el Estadio Julio Armando Cobar con capacidad para 7 500 espectadores.

Figura 12. **Imagen del estadio Julio Armando Cobar, en San Miguel Petapa**



Fuente: Estadio Julio Armando Cobar de San Miguel Petapa.

#### **2.2.4. Administración, servicios municipales, y seguridad**

- Equipamiento de administración

La municipalidad de San Miguel Petapa se encuentra ubicada frente al parque municipal, ahí se realizan todas las actividades administrativas del municipio.

Figura 13. **Fachada de la municipalidad de San Miguel Petapa**



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa.

- Equipamiento de servicios municipales

Los servicios municipales básicos con que cuenta el municipio de San Miguel Petapa son:

- Agua potable

El 100 % de la población del municipio recibe servicio de agua de cualquier medio de suministro, pero no significa que sea un servicio de calidad. Como consecuencia, las cifras de morbilidad del municipio son altas y presenta el mayor porcentaje de enfermedades en el aparato digestivo.

Tabla XXI. **Tipo de servicio de agua potable en viviendas del municipio de San Miguel Petapa**

<b>Tipo de servicio</b>	<b>Cantidad de hogares</b>	<b>% de equivalencia</b>
Agua suministrada por chorro con uso exclusivo	19 018	83,56
Agua suministrada por chorro para varios hogares	1319	5,80
Agua suministrada por chorro público fuera del local	538	2,64
Agua abastecida mediante pozo	365	1,52
Agua abastecida con camión de agua o tonel	294	1,25
Agua abastecida por medio de río, lago o manantial	395	1,74
Agua abastecida de otro tipo	831	3,65

Fuente: elaboración propia.

- Energía eléctrica

En el municipio de San Miguel Petapa, el 97,45 % de la población cuenta con alumbrado eléctrico suministrado por cualquiera de los medios mencionados en la siguiente tabla. Con ello, han obtenido una mejor calidad de vida para cada familia.

Tabla XXII. **Hogares por tipo de alumbrado**

<b>Tipo de Alumbrado</b>	<b>Cantidad de Hogares</b>
Eléctrico	22 179
Panel solar	98
Gas corriente	36
Candela	432
Otro tipo	15

Fuente: elaboración propia.

- Servicios sanitarios y drenajes

Existen 21 902 hogares que cuentan con servicio sanitario de un total de 22 760 hogares que existen en el municipio, lo cual constituye un 96,23 %. Casi el 50 % carece de una red de drenajes en el municipio. Este inadecuado manejo de las aguas residuales incrementa la contaminación.

Tabla XXIII. **Hogares por tipo de servicio sanitario**

Tipo de Servicio Sanitario		Cantidad de Hogares		% Representativo	
Red de Drenaje		12 295		89,62	54,02
Fosa Séptica		4 998			21,96
Excusado Lavable		1 218			5,35
Letrina o Pozo Ciego		1 887			8,29
Compartidos Por Varios Hogares	Red de drenaje	1 504	770	6,61	3,38
	Fosa séptica		690		3,03
	Excusado lavable		44		0,19

Fuente: elaboración propia.

- Recolector de basura

En el municipio de San Miguel Petapa, el tratamiento de la basura se realiza de diferentes formas. El 78,18 % que corresponde a 17 794 viviendas contratan servicio privado de extracción, el porcentaje restante que corresponde a 2 840 cuentan con servicio municipal; 1 525 vivienda queman la basura, 395 la tiran en cualquier lugar, 115 la entierran y 91 pertenece a otro rango.

- Equipamiento de seguridad

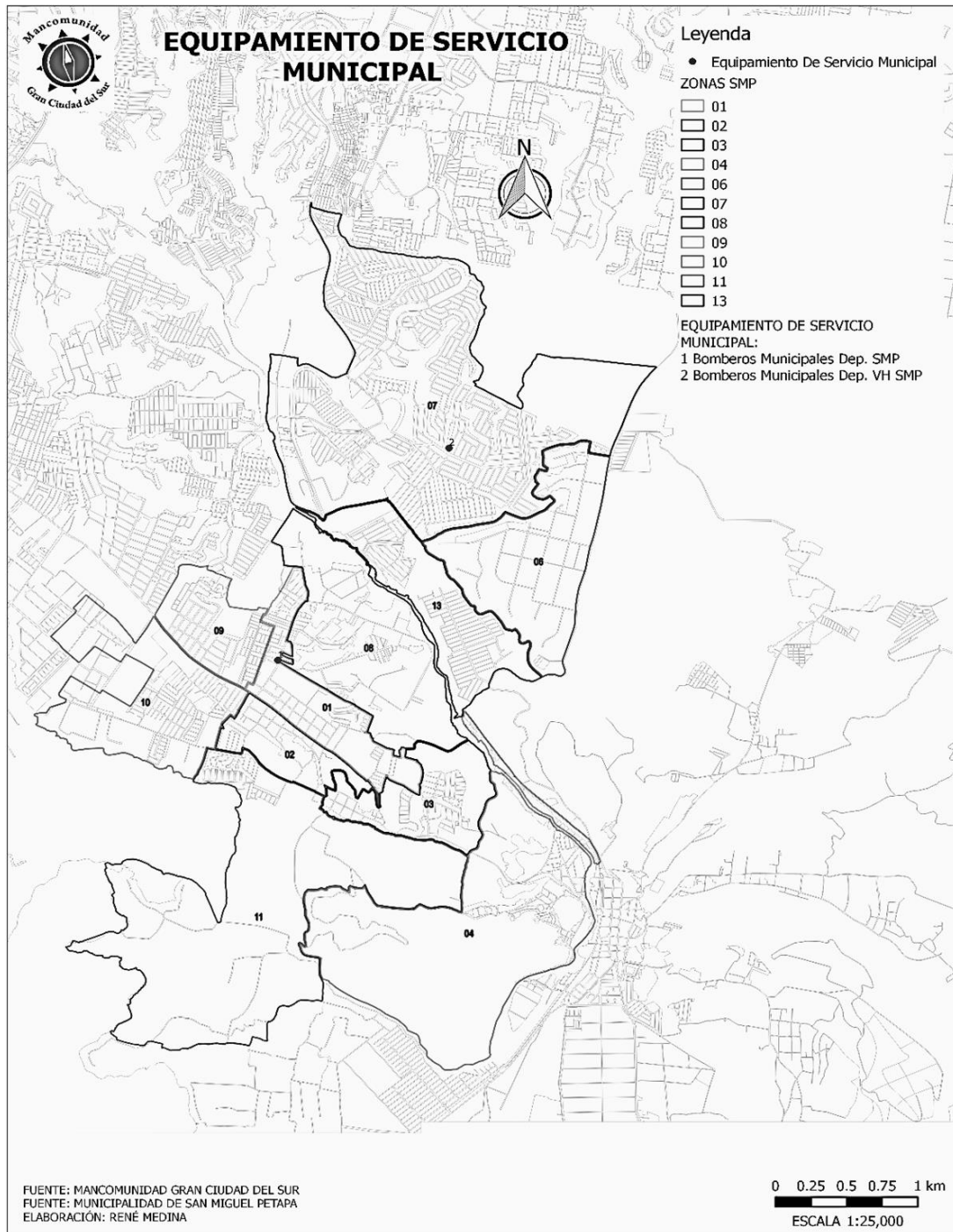
El municipio cuenta solo con una estación policial. Sin embargo, no es suficiente dados los altos índices de inseguridad. En el municipio se registra un 91,51 % del total de asesinatos por armas de fuego. Este porcentaje corresponde a 97 personas. El porcentaje restante 8,49 % está compuesto por asesinatos con arma blanca 2 personas, arma contundente 3, estrangulación 3, linchamiento 1.

“Al hacer un análisis comparativo con el municipio de Villa Canales y Ciudad de Guatemala se registran homicidios por arma de fuego, 103 y 1149 respectivamente. Con los datos obtenidos se concluye que San Miguel Petapa se encuentra en el 5to lugar de criminalidad a nivel departamental”<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Policía Nacional Civil –PNC-. *Informe estadístico sobre el fenómeno de la criminalidad registrado en el Departamento de Guatemala, año 2009.*

Figura 14. **Mapa de edificios equipamiento de servicios municipales en San Miguel Petapa**



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el Banco Mundial.



**Tabla XXIV. Equipamiento urbano de servicios municipales en San Miguel Petapa**

Nombre del Lugar Poblado	Zona 1	Villa Hermosa 1
Número de equipamiento	1	2
No. De clasificación	500	500
Clasificación del equipamiento	Servicio municipal	Servicio municipal
Número Grupo	601	601
Grupo del equipamiento	Estación de bomberos	Estación de bomberos
Nombre del equipamiento	Bomberos Municipales de San Miguel Petapa	Bomberos Municipales de San Miguel Petapa
Dirección del equipamiento	1av 2-97, Zona 1	28 Av. 19-81 Sector 6, Villa Hermosa 1
Tipo de propiedad	Municipal	Municipal
Nombre del director o responsable del equipamiento	Comandante Carlos Enrique Colinches	Comandante Carlos Enrique Colinches
Número de empleados total	9	6
Niveles del edificio	2	2
Área total del terreno (m2)	-	110
Área total construida (m2)	-	110
Número de sanitario	4	2
Número de duchas	4	2
Número de parqueos	4	4
Cuenta con alumbrado público	NO	NO
Cuenta con un plan de evacuación	SI	SI
¿Funciona como albergue?	NO	NO
Año en que fue construido	2005	1997
Tipo de construcción en techo	Concreto	Lámina de zinc más costanera
Tipo de construcción en paredes (mayor cantidad de paredes)	Block	Block
Área de cobertura	El Municipio completo en algunos casos vecinos cercanos	El municipio completo

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa.

## **2.3. Comparación de cumplimiento del equipamiento urbano existente con los parámetros mínimos**

### **2.3.1. Propuestas y recomendaciones**

#### **2.3.1.1. Propuestas**

La propuesta ha sido formulada sobre la base de un análisis de las potencialidades, limitaciones y las demandas distritales relacionadas a los equipamientos. El propósito es crear las condiciones para que la urbanización acelerada, sea acompañada por un equipamiento planificado, flexible y que se adecue a los cambios que se pueden presentar en el quinquenio. Para tomar las decisiones sobre la implementación de los equipamientos en el período de planeación, se utiliza la planificación estratégica participativa que se ha convertido en una poderosa herramienta de diagnóstico, análisis y reflexión en torno al qué hacer actual y a las propuestas aplicables que se tomaran en el futuro en cada uno de los distritos.

El Concejo municipal aprobó trece distritos urbanos, de los cuales cinco corresponden a la zona central y ocho a la zona periurbana, por lo cual se consideraron nueve distritos para desarrollar la propuesta. Sobre la base de un apretado diagnóstico de la situación actual, la propuesta está respaldada por los mapas distritales respectivos donde se identifican los equipamientos existentes y los propuestos, que permitirán observar con mayor claridad su ubicación espacial. Se ha diseñado una propuesta de equipamientos, seleccionando aspectos que se consideran básicos para cada distrito los cuales son: educación, salud, recreación, cultura, deportes, administración, servicios municipales y seguridad.

### **2.3.1.2. Recomendaciones**

El equipamiento urbano es un elemento estratégico para conformar la estructura urbana, pues propicia la concentración de personas y convivencia. Influye en los esquemas de movimiento de la población, forma y tamaño de la ciudad. Los grupos con mayores ingresos tienen la posibilidad de usar automóvil particular, su radio de acción es mayor, lo que permite a estos grupos, usar el equipamiento en función de su “prestigio” y no de su accesibilidad o de las facilidades que ofrezca (colegios, restaurantes, hospitales privados, entre otros). En cambio, la población de escasos recursos depende del equipamiento más cercano y con acceso por medio del transporte público (escuelas públicas, hospitales públicos, entre otros).

La localización del equipamiento dentro de la ciudad está condicionada, principalmente, por dos aspectos: accesibilidad y oportunidad.

- La accesibilidad se basa en las relaciones de equipamiento con la vialidad y el transporte, las cuales deben ser óptimas y la población debe recorrer distancias mínimas para disfrutar del servicio.
- La oportunidad se basa en que la estructura urbana debe ofrecer a los usuarios la posibilidad de acceder a varios servicios o actividades de forma inmediata y evitando desplazamientos constantes.

El control y la planeación de su localización revisten suma importancia porque si el equipamiento requerido no se lleva a cabo, surgirán de forma “espontánea” lugares de concentración de gente, que pueden generar congestionamientos de tránsito, carecer de infraestructura, y de las áreas necesarias para el movimiento de peatones.


## 2.4. Propuesta para lograr el cumplimiento en equipamiento urbano

### 2.4.1. Educación

Figura 15. Formato de evaluación para equipamiento de educación

**100 EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN**

Mancomunidad  
Gran Ciudad del Sur



---

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_ Número de fotografía: \_\_\_\_\_

Número de equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del equipamiento: \_\_\_\_\_

Dirección del equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del director o responsable del equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del supervisor: \_\_\_\_\_

Número de teléfono del Establecimiento: \_\_\_\_\_

No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
101	Guarderías, jardín de niños,	
102	Preprimaria	
103	Preprimaria bilingüe	
104	Primaria	
105	Primaria Bilingüe	
106	secundaria/básicos	
107	Diversificado	
108	Centro educativo completo (preprimaria, primaria, secundaria, diversificado)	

No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
109	Internados educativos	
110	Academias de idiomas	
111	Academias de bellas artes, artesanías,	
112	Academias de artes marciales, natación	
113	Academias de Estética	
114	Academias de Gastronomía	
115	Escuelas de Música	
116	Educación universitaria	
117	Otros	

Propiedad perteneciente a:	Marcar con una X
MINEDUC	
MSPAS	
Estatal	
Municipal	
Privado	

**Marcar con una X donde corresponde y llenar los espacios en blanco**


Jornada	Marcar con una X	No. De Aulas	El equipamiento cuenta con	Marcar con una X
Escuelas abiertas			Cocina	
Matutina			Gimnasio	
Vespertina			Área de juegos infantiles	
Nocturna			Cancha de basquetbol	
Todas las jornadas			Cancha de futbol	
			salón de usos múltiples	
			Todas las anteriores	

Descripción	Cantidad
Número de empleados total:	
Niveles del edificio:	
Área total del terreno (m2):	
Área total Construida (m2):	
Número de Sanitarios:	
Número de duchas:	
Número de parques:	

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Continuación de formato de evaluación para equipamiento de educación

**100 EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN**



Jornada: \_\_\_\_\_

Número de secciones por grado	No. De secciones/ Aulas	Número de mujeres	Número de hombres	No. De Estudiantes total	Número de Maestros (as)
<b>Pre Primaria</b>					
Maternal					
Kínder					
Preprimaria					
Párvulos					
<b>Primaria</b>					
Primero					
Segundo					
Tercero					
Cuarto					
Quinto					
Sexto					
<b>Secundaria</b>					
Primero					
Segundo					
Tercero					
<b>Diversificado</b>					
Cuarto					
Quinto					
Sexto					
<b>TOTAL</b>					

Especialidad Diversificada: \_\_\_\_\_

Capacidad máxima de personas (aprox): \_\_\_\_\_

Área de Cobertura (describir los lugares que abastece): \_\_\_\_\_

Año en que fue construido: \_\_\_\_\_

Cuenta con alumbrado público: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Cuenta con un plan de evacuación? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Funciona como albergue? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Capacidad del Albergue: \_\_\_\_\_

Tipo de construcción en Techo	Marcar con una X	Tipo de construcción en paredes (mayor Cantidad de paredes)	Marcar con una X
Lámina de Zinc más Costanera		Madera	
Lamina de Zinc Más Madera		Block más columnas	
Concreto		Block pineado	
Duralita		Block	
Duralita más Joint		Lámina	
Teja más costanera metal		Ladrillo más columnas	
Teja más costanera madera		Ladrillo pineado	
		Lámina	
		Adobe	
		Concreto prefabricado	

Fecha del levantamiento de la información: \_\_\_\_\_

Nombre responsable municipal: \_\_\_\_\_

Firma y Sello  
Director del Establecimiento

Firma  
Responsable Municipal


Fuente: elaboración propia.

## 2.4.2. Salud

Figura 17. Formato de evaluación para equipamiento de salud

**200 EQUIPAMIENTO DE SALUD**

**Mancomunidad  
Gran Ciudad del Sur**



---

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_ Número de fotografía: \_\_\_\_\_

Número de equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del equipamiento: \_\_\_\_\_

Dirección del equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del director o responsable del equipamiento: \_\_\_\_\_

Número de teléfono del establecimiento: \_\_\_\_\_

No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
201	Farmacias Municipales	
202	Clinicas dentales	
203	Clinicas médicas	
204	Laboratorios	
205	Clinicas de psicología/Atención a la víctima	
206	Asilos / centros de atención al adulto mayor	
207	Orfanatos	
208	Centros de rehabilitación mental	
209	Centros de atención de urgencias	
210	Clinica periférica, MSPAS	

No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
211	Puestos de salud, PS MSPAS	
212	Centros de Salud CS MSPAS	
213	Centros de Atención Permanente CAP MSPAS	
214	Centros de Atención Materno Infantil (CAIMI) MSPAS	
215	Hospitales/ ojos	
216	Hospitales/ oídos	
217	Hospitales Ortopedia	
218	Hospitales Generales	
219	Hospitales y clínicas IGSS	


Propiedad perteneciente a:	Marcar con una X
MINEDUC	
MSPAS	
Estatad	
Municipal	
Privado	

Descripción	Cantidad
Número de empleados total	
Número de enfermeros/as	
Número de médicos/as	
Número de camillas	
Número de clínicas	
Niveles del edificio	
Área total del terreno (m2)	
Área total construida (m2)	
Número de sanitarios	
Número de duchas	
Número de parques	

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Continuación de formato de evaluación para equipamiento de salud

**200 EQUIPAMIENTO DE SALUD**



Área de cobertura (describir los lugares que abastece): \_\_\_\_\_

---

Capacidad máxima de personas que ha tenido el lugar (aprox.): \_\_\_\_\_

Año en que fue construido: \_\_\_\_\_

¿Cuenta con alumbrado público? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Cuenta con un plan de evacuación? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Funciona como albergue? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Capacidad del Albergue: \_\_\_\_\_

Tipo de construcción en Techo	Marcar con una X	Tipo de construcción en paredes (mayor Cantidad de paredes)	Marcar con una X
Lámina de Zinc más Costanera		Madera	
Lamina de Zinc Más Madera		Block más columnas	
Concreto		Block pineado	
Duralita		Block	
Duralita más Joint		Lámina	
Teja más costanera metal		Ladrillo más columnas	
Teja más costanera madera		Ladrillo pineado	
		Lámina	
		Adobe	
		Concreto prefabricado	

Fecha del levantamiento: \_\_\_\_\_

Nombre responsable Municipal: \_\_\_\_\_

Firma y Sello  
Director del Establecimiento


Firma  
Responsable Municipalidad

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.3. Recreación, cultura y deportes

Figura 19. Formato de evaluación para equipamiento de recreación, cultura y deportes

**300 EQUIPAMIENTO DE RECREACIÓN CULTURA Y DEPORTES**  
**Mancomunidad**  
**Gran Ciudad del Sur**



---

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_ Número de fotografía: \_\_\_\_\_

Número de equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del equipamiento: \_\_\_\_\_

Dirección del equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del director o responsable del equipamiento: \_\_\_\_\_

Número de Teléfono: \_\_\_\_\_

No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
301	Museos	
302	Bibliotecas	
303	Hemerotecas	
304	Casas de la cultura	
305	Cines/ teatros / auditorios / salas de concierto	
306	Estadlos/autódromos/Golf	
307	Clubes deportivos, gimnasios	

No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
308	Canchas basquetbol	
309	Canchas de futbol	
310	Jardines con juegos infantiles y áreas de convivencia	
311	Parques/reservas naturales	
312	Gimnasios abiertos	
313	Otros	

Propiedad perteneciente a:	Marcar con una X
MINEDUC	
MSPAS	
Estatad	
Municipal	
Privado	

Descripción	Cantidad
Número de empleados	
Niveles del edificio	
Área total del terreno	
Área Construida	
Número de Sanitarios	
Número de Duchas	
Número de Parques	

Área de cobertura (describir los lugares que abastece): \_\_\_\_\_

Capacidad máxima de personas que ha tenido el lugar (aprox.): \_\_\_\_\_

Año en que fue construido: \_\_\_\_\_

¿Cuenta con alumbrado público? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.



Figura 20. Continuación de formato de evaluación para equipamiento de recreación, cultura y deportes

300 EQUIPAMIENTO DE RECREACIÓN CULTURA Y DEPORTES



¿Cuenta con un plan de evacuación? SI  NO

¿Funciona como albergue? SI  NO

Capacidad del Albergue: \_\_\_\_\_

Tipo de construcción en Techo	Marcar con una X	Tipo de construcción en paredes (mayor Cantidad de paredes)	Marcar con una X
Lámina de Zinc más Costanera	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>
Lámina de Zinc Más Madera	<input type="checkbox"/>	Block más columnas	<input type="checkbox"/>
Concreto	<input type="checkbox"/>	Block pineado	<input type="checkbox"/>
Duralita	<input type="checkbox"/>	Block	<input type="checkbox"/>
Duralita más Joint	<input type="checkbox"/>	Lámina	<input type="checkbox"/>
Teja más costanera metal	<input type="checkbox"/>	Ladrillo más columnas	<input type="checkbox"/>
Teja más costanera madera	<input type="checkbox"/>	Ladrillo pineado	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Lámina	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Adobe	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Concreto prefabricado	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Fecha del levantamiento: \_\_\_\_\_

Nombre responsable Municipal: \_\_\_\_\_

Firma y Sello  
Director del Establecimiento

Firma  
Responsable Municipalidad

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.4. Administración, servicios municipales y seguridad

Figura 21. Formato de evaluación para equipamiento de administración, servicios municipales, y seguridad

400 EQUIPAMIENTO ADMINISTRACION MUNICIPAL/ 500 EQUIPAMIENTO SERVICIO MUNICIPAL/ 600 EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD  
Mancomunidad  
Gran Ciudad del Sur



MUNICIPIO: \_\_\_\_\_ Número de fotografía: \_\_\_\_\_

Número de equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del equipamiento: \_\_\_\_\_

Dirección del equipamiento: \_\_\_\_\_

Nombre del director o responsable del equipamiento: \_\_\_\_\_

Número de teléfono del establecimiento: \_\_\_\_\_


Clasificación de equipamiento	Marcar con una X
400 Administración Municipal	
500 Servicio Municipal	
600 Seguridad	

No.	Clasificación del equipamiento	No.	Grupo del equipamiento	Marcar con una X
400	Administración Municipal	401	Mercados	
		402	Rastros	
		403	Juzgados	
		404	Edificios Municipales (Oficinas),	
		405	Plantas de desechos sólidos,	
		406	Plantas de tratamiento agua Potable	
		407	Plantas de tratamiento agua residencial	
		408	Cementerios	
		409	Pozos mecánicos	
500	Servicio municipal	501	Salones de usos múltiples,	
		502	Albergues	
600	Seguridad	601	Estación de bomberos	
		602	Comisaría PNC	
		603	Policia Municipal Transito	
		604	Policia Municipal	
		605	COMRED	
		606	Seguridad ciudadana ejercito	
		607	Centro de monitoreo de video vigilancia	

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Continuación de formato de evaluación para equipamiento de administración, servicios municipales, y seguridad

400 EQUIPAMIENTO ADMINISTRACION MUNICIPAL/ 500 EQUIPAMIENTO SERVICIO MUNICIPAL/ 600 EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD



Propiedad perteneciente a:	Marcar con una X	Descripción	Cantidad
MINEDUC		Número de empleados total	
MSPAS		Niveles del edificio	
Estatad		Area total del terreno (m2)	
Municipal		Area total construida (m2)	
Privado		Número de sanitarios	
		Número de duchas	
		Número de parqueos	

Área de cobertura (describir los lugares que abastece): \_\_\_\_\_

Capacidad máxima de personas que ha tenido el lugar (aprox): \_\_\_\_\_

Año en que fue construido: \_\_\_\_\_

¿Cuenta con alumbrado público? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Cuenta con un plan de evacuación? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Funciona como albergue? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Capacidad del Albergue: \_\_\_\_\_

Tipo de construcción en Techo	Marcar con una X	Tipo de construcción en paredes (mayor Cantidad de paredes)	Marcar con una X
Lámina de Zinc más Costanera		Madera	
Lamina de Zinc Más Madera		Block más columnas	
Concreto		Block pineado	
Duralita		Block	
Duralita más Joint		Lámina	
Teja más costanera metal		Ladrillo más columnas	
Teja más costanera madera		Ladrillo pineado	
		Lámina	
		Adobe	
		Concreto prefabricado	

Fecha del levantamiento: \_\_\_\_\_

Nombre responsable Municipal: \_\_\_\_\_

Firma y Sello  
Director del Establecimiento

Firma  
Responsable Municipalidad

Fuente: elaboración propia.

### **3. INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DE ACUERDO AL REGLAMENTO 236-2006 Y SU REFORMA AG 129-2015**

#### **3.1. Inventario y caracterización de las aguas residuales**

##### **3.1.1. Resumen del reglamento 236-2006 de descargas de aguas residuales, reforma AG 129-2015**

El objetivo del Acuerdo gubernativo 236-2006 es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. En él se establecen los plazos y sus respectivos parámetros que se deben cumplir para los contaminantes en las descargas. Originalmente se establecía que, para mayo 2015, se llevaría a cabo la primera evaluación. Sin embargo, por medio de la reforma AG 129-2015 se extendió hasta mayo de 2017. Es decir, se otorga dos años de prórroga a las diferentes entidades para llegar a los niveles de un tratamiento primario para todas las aguas residuales, antes de ser depositadas en los diferentes puntos de descarga. Para lograr la calidad de tratamiento de aguas residuales en Guatemala se debe de cumplir con los parámetros que en él se establecen.

Este reglamento debe aplicarse a:

- Los entes generadores de aguas residuales.
- Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.
- Las personas que produzcan aguas residuales para reúso.

- Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales y
- Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

La aplicación de este reglamento compete al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Esta investigación se realiza como un estudio del inventario y caracterización de las aguas residuales basadas en el reglamento del Acuerdo gubernativo 236-2006 y su reforma AG 129-2015 en el municipio de San Miguel Petapa, para que sirva de base en el estudio técnico, y sirve para el cumplimiento con dicho reglamento.

#### **3.1.1.1. Nombre, razón o denominación social**

Municipalidad de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

#### **3.1.1.2. Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente reglamento**

La municipalidad debe ser un ente público administrador de aguas residuales, el cual se clasifica como un ente generador de aguas residuales de tipo ordinario, debido a que se producen en las viviendas de aldeas, caseríos, granjas, colonias, condominios y residenciales que existen dentro del municipio. Existe una planta de tratamiento intervenida por la municipalidad que recibe y trata las aguas residuales de los residenciales Fuentes del Valle 1 y Altos de Fuentes 1, 2 y 3.

La municipalidad de San Miguel Petapa deberá informar a las empresas generadoras de aguas residuales de tipo especial, que deben cumplir con lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 y su reforma AG 129-2015. De esta manera se les instará a formular sus estudios técnicos respectivos para certificar el tratamiento de las aguas generadas en sus procesos industriales y domésticos. Estos efluentes se descargan en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos, cuerpos de agua que atraviesan el municipio. Consecuentemente, la municipalidad se exime de toda responsabilidad sobre la contaminación generada por estas empresas.

#### **3.1.1.3. Horario de descarga de aguas residuales**

Las descargas son continuas, durante las 24 horas del día. Sin embargo, es necesario destacar que las descargas presentan un mayor caudal en horas pico: 5:30 am, 12:30 pm, 6:00 pm.

#### **3.1.1.4. Parámetros de aguas residuales contenidos en el reglamento**

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- Temperatura
- Potencial de hidrógeno
- Grasas y aceites
- Materia flotante
- Sólidos suspendidos totales
- Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días a 20° C
- Demanda química de oxígeno

- Nitrógeno total
- Fósforo total
- Arsénico
- Cadmio
- Cianuro total
- Cobre
- Cromo hexavalente
- Mercurio
- Níquel
- Plomo
- Zinc
- Color y
- Coliformes fecales

#### **3.1.1.5. Caracterización del efluente de aguas residuales**

Según el artículo 24 del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 (reformado por el Artículo 1 del Acuerdo Gubernativo Núm. 129-2015), los límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado, los valores a los cuales se debe hacer referencia en cuanto a descargas de aguas residuales y cargas de contaminantes, son los siguientes.

Tabla XXV. **Nombres de contaminantes en aguas residuales, según Reforma acuerdo gubernativo 129-2015**

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			02/05/17	02/05/20	02/05/24	02/05/29
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	TCR+/-7	TCR+/-7	TCR+/-7	TCR+/-7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	100	50	10	10	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	700	250	100	100	100
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	300	275	200	100	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	150	70	20	20
Fósforo total	Miligramos por litro	50	40	20	10	10
Potencial de hidrógeno	Unidades	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100ml.	<1x10 <sup>8</sup>	<1x10 <sup>7</sup>	<1x10 <sup>4</sup>	<1x10 <sup>4</sup>	<1x10 <sup>4</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	1	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	3	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mercurio	Miligramos por litro	0,1	0,02	0,02	0,01	0,01
Níquel	Miligramos por litro	6	2	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	0,4	0,4	0,4	0,4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	U. platino/cobalto	1 500	1 000	750	500	500

Fuente: Reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*



Las aguas residuales provenientes de los residenciales Fuentes del Valle 1 y Altos de Fuentes 1, 2 y 3 fueron analizadas y dan los siguientes resultados.

Tabla XXVI. **Resultados de la evaluación de aguas residuales en viviendas de San Miguel Petapa**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Efluente
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	8,8
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	130
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	98
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	43
Fósforo total	Miligramos por litro	45	6,8
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	7,2
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	<1x10 <sup>7</sup>	<b>1,1x10<sup>9</sup></b>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	< 0,0025
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	< 0,010
Cianuro total	Miligramos por litro	1	< 0,010
Cobre	Miligramos por litro	3	< 0,040
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	< 0,010
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	< 0,00065
Níquel	Miligramos por litro	2	< 0,30
Plomo	Miligramos por litro	0,4	0,169
Zinc	Miligramos por litro	10	0,086
Color	Unidades platino cobalto	1 000	310

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

- Puntos no controlados en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos

Las aguas residuales provenientes de las áreas de habitación de aldeas, caseríos, granjas, fincas, colonias, condominios y residenciales que no cuentan con tratamiento fueron analizadas en tres distintos puntos no controlados (entrada, intermedio y salida) y arrojan los siguientes resultados.

Tabla XXVII. **Resultados de evaluación en el río Pinula, colindante al municipio de San Miguel Petapa**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Salida
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	15
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	160
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	<b>220</b>
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	57
Fósforo total	Miligramos por litro	45	9,3
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	7,2
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	$<1 \times 10^7$	<b><math>9,3 \times 10^8</math></b>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	0,0064
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	$< 0,010$
Cianuro total	Miligramos por litro	1	$< 0,010$
Cobre	Miligramos por litro	3	$< 0,040$
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	$< 0,010$
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	$< 0,00065$
Níquel	Miligramos por litro	2	$< 0,30$
Plomo	Miligramos por litro	0,4	0,166
Zinc	Miligramos por litro	10	0,103
Color	Unidades platino cobalto	1 000	430

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

Tabla XXVIII. **Resultados de evaluación en el río Villalobos, colindante al municipio de San Miguel Petapa**

<b>Parámetros</b>	<b>Dimensionales</b>	<b>Salida</b>
Temperatura	Grados Celsius	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	11
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	<b>210</b>
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	<b>840</b>
Nitrógeno total	Miligramos por litro	39
Fósforo total	Miligramos por litro	7
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	<b>6,9</b>
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	<b>9,3x10<sup>8</sup></b>
Arsénico	Miligramos por litro	0,0036
Cadmio	Miligramos por litro	< 0,010
Cianuro total	Miligramos por litro	< 0,010
Cobre	Miligramos por litro	< 0,040
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	< 0,010
Mercurio	Miligramos por litro	< 0,00065
Níquel	Miligramos por litro	< 0,30
Plomo	Miligramos por litro	0,138
Zinc	Miligramos por litro	0,132
Color	Unidades platino cobalto	<b>850</b>

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

Tabla XXIX. **Resultados de evaluación en el río Platanitos, colindante al municipio**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Salida
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	7
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	160
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	<b>250</b>
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	20
Fósforo total	Miligramos por litro	45	4,8
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	7,5
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	<1x10 <sup>7</sup>	<b>4,6x10<sup>8</sup></b>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	0,0049
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	< 0,010
Cianuro total	Miligramos por litro	1	< 0,010
Cobre	Miligramos por litro	3	< 0,040
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	< 0,010
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	< 0,00065
Níquel	Miligramos por litro	2	< 0,30
Plomo	Miligramos por litro	0,4	< 0,060
Zinc	Miligramos por litro	10	0,131
Color	Unidades platino cobalto	1 000	320

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

### 3.1.1.6. **Caracterización del efluente, según el art. 23 del reglamento 236-2006 de aguas residuales**

Se realizaron dos caracterizaciones de efluentes, tomando en cuenta una planta de tratamiento con un efluente predeterminado y tres cuerpos de agua (ríos Pinula, Villalobos y Platanitos), donde se establecieron tres puntos no controlados (entrada, punto medio y final). Entre estos puntos, el de entrada sería

el afluente. Se describe a continuación la caracterización de los efluentes. Se realizó análisis fisicoquímico, bacteriológico y determinación de metales pesados. Las aguas residuales provenientes de los residenciales Fuentes del Valle 1 y Altos de Fuentes 1, 2 y 3 fueron analizadas y arrojaron los siguientes resultados.

Tabla XXX. **Evaluación de la caracterización del afluente, según análisis fisicoquímico, bacteriológico y determinación de metales pesados**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Afluente
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	<b>41</b>
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	<b>260</b>
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	<b>220</b>
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	31
Fósforo total	Miligramos por litro	45	7,5
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	<b>6,9</b>
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	<1x10 <sup>7</sup>	<b>4.3x10<sup>7</sup></b>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	ND
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	ND
Cianuro total	Miligramos por litro	1	ND
Cobre	Miligramos por litro	3	ND
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	ND
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	ND
Níquel	Miligramos por litro	2	ND
Plomo	Miligramos por litro	0,4	ND
Zinc	Miligramos por litro	10	ND
Color	Unidades platino cobalto	1 000	490

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

- Puntos no controlados en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos

Las aguas residuales provenientes de las áreas de habitación de aldeas, caseríos, granjas, fincas, colonias, condominios y residenciales que no cuentan con tratamiento, fueron analizadas en tres puntos no controlados distintos (tres en cada uno de los ríos); de los cuales el afluente es la entrada del río al municipio y dan los siguientes resultados.

Tabla XXXI. **Valores de resultados de entrada de aguas residuales en el río Pínula, del municipio de San Miguel Petapa**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Entrada
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	280
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	2 400
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	31
Fósforo total	Miligramos por litro	45	8,8
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	7,5
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100ml	<1x10 <sup>7</sup>	4.3x10 <sup>8</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	ND
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	ND
Cianuro total	Miligramos por litro	1	ND
Cobre	Miligramos por litro	3	ND
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	ND
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	ND
Níquel	Miligramos por litro	2	ND
Plomo	Miligramos por litro	0,4	ND
Zinc	Miligramos por litro	10	ND
Color	Unidades platino cobalto	1 000	3 200

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

Tabla XXXII. **Valores de resultados de entrada de aguas residuales en el río Villalobos, del municipio de San Miguel Petapa**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Entrada
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	14
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	250
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	360
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	45
Fósforo total	Miligramos por litro	45	8.7
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	7.2
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	<1x10 <sup>7</sup>	2.3x10 <sup>8</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	ND
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	ND
Cianuro total	Miligramos por litro	1	ND
Cobre	Miligramos por litro	3	ND
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	ND
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	ND
Níquel	Miligramos por litro	2	ND
Plomo	Miligramos por litro	0,4	ND
Zinc	Miligramos por litro	10	ND
Color	Unidades platino cobalto	1 000	610

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

Tabla XXXIII. **Valores de resultados de entrada de aguas residuales en el río Platanitos, del municipio de San Miguel Petapa**

Parámetros	Dimensionales	Etapa	
		Uno	Entrada
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	21
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	5,5
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de O.	Miligramos por litro	250	<b>180</b>
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	<b>280</b>
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	35
Fósforo total	Miligramos por litro	45	7
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	<b>6,9</b>
Coliformes fecales	Núm. más probable en 100 ml.	<1x10 <sup>7</sup>	<b>4,3x10<sup>7</sup></b>
Arsénico	Miligramos por litro	0,1	ND
Cadmio	Miligramos por litro	0,1	ND
Cianuro total	Miligramos por litro	1	ND
Cobre	Miligramos por litro	3	ND
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0,1	ND
Mercurio	Miligramos por litro	0,02	ND
Níquel	Miligramos por litro	2	ND
Plomo	Miligramos por litro	0,4	ND
Zinc	Miligramos por litro	10	ND
Color	Unidades platino cobalto	1 000	430

Fuente: elaboración propia. Según reforma acuerdo gubernativo 129-2015. *Reglamento acuerdo gubernativo 236-2006 de descargas de aguas residuales.*

### 3.1.1.7. Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales

Las aguas residuales tratadas se conducen al río Villalobos. Cerca de la entrada de este río, se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales, a cargo de la Municipalidad de San Miguel Petapa.



Figura 23. Mapa de localización de la planta de tratamiento de aguas residuales



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el banco mundial.

Las coordenadas de ubicación son:

PTAR: N14°31'35.199" O90° 33'31.140"

- Lista de áreas de habitación que desfogan a esta planta de tratamiento, ubicada cerca de la entrada del río Villalobos

Residencial Fuentes del Valle 1

Residenciales Altos de Fuentes 1, 2 y 3.

- Puntos no controlados en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos

Se entiende por puntos no controlados a todos aquellos desagües de colectores que no cuentan con tratamiento alguno. Estos puntos, generalmente, están ubicados al final de los centros poblados, en los barrancos del área urbana. Para el municipio de San Miguel Petapa estos son los ríos, Pínula Villalobos y Platanitos.

Río Pinula

Las aguas residuales provenientes de las áreas de habitación de aldeas, caseríos, granjas, fincas, colonias, condominios y residenciales que no cuentan con tratamiento se descargan directamente en los siguientes ríos.

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

Residenciales Terrazas de Villa Flores

Residenciales Villa Flores Club

Villa Hermosa 1, Sectores 1 y 3

Tabla XXXIV. **Punto de desfogue (entrada río Pinula)**

Entrada			
Caudal m3/h	DBO <sub>5</sub>	POB Estim.	DQO
8,37	296,28	6 173	593

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015, el parámetro de DBO<sub>5</sub> en este desfogue es un parámetro crítico debido a que sobrepasa los 250 mg/L que dicho Acuerdo establece como límite.

El punto de desfogue en el río Pinula (entrada) se ubica en:

N 14° 31'32.28"      O 90° 32'28.310"

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

Villa Hermosa 1, Sectores 5, 7 y 9.

Villa Hermosa 2, Sector 1

Tabla XXXV. **Primer punto de desfogue (intermedio río Pinula)**

Intermedio			
Caudal m3/h	DBO <sub>5</sub>	POB Estim.	DQO
3,58	473,70	7 895	947

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015, el parámetro de DBO<sub>5</sub> en este desfogue es un parámetro crítico debido a que sobrepasa los 250 mg/L que dicho acuerdo establece como límite.

El primer punto de desfogue en el río Pinula (intermedio) se ubica en:

N 14°30'53.176"

O 90° 32'56.651"

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

Villa Hermosa 1, Sector 2

Tabla XXXVI. **Segundo punto de desfogue (intermedio río Pinula)**

Intermedio			
Caudal m3/h	DBO <sub>5</sub>	POB Estim.	DQO
4,34	129,00	2 150	258

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015, el parámetro de DBO5 en este desfogue se encuentra dentro del límite de 250 mg/L.

El segundo punto de desfogue en el río Pinula (intermedio) se ubica en:

N 14° 30' 55.427"      O 90° 32' 52.692"

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

Villa Hermosa 1, sectores 6, 7 y 9

Villa Hermosa 2, sector 2

Prados de Villa Hermosa

Tabla XXXVII. **Tercer punto de desfogue (intermedio río Pinula)**

Intermedio			
Caudal m3/h	DBO <sub>5</sub>	POB Estim.	DQO
5,27	1072,50	17 875	2 145

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma Acuerdo Gubernativo Núm. 129-2015, el parámetro de DBO<sub>5</sub> en este desfogue es un parámetro crítico debido a que sobrepasa los 250 mg/L que dicho acuerdo establece como límite.

El tercer punto de desfogue en el río Pinula (intermedio) se ubica en:

N 14° 30'58.742"

O 90° 32'50.723"

Figura 24. Mapa de localización del río Pinula



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el Banco Mundial.

## Río Villalobos

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

## Asentamiento comunidad La Paz

Tabla XXXVIII. **Punto de desfogue (entrada río Villalobos)**

Entrada			
Caudal m <sup>3</sup> /h	DBO <sub>5</sub>	POB Estim.	DQO
8,10	180	3 000	360

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015, el parámetro de DBO<sub>5</sub> en este desfogue se encuentra dentro del límite de 250 mg/L.

El punto de desfogue en el río Villalobos (entrada) se ubica en:

N 14° 31'29.966"

O 90° 33'40.078"



- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

Residencial Rivera del Río

Residencial Cañadas del Río

Los Álamos

Tabla XXXIX. **Punto de desfogue (salida río Villalobos)**

<b>Salida</b>			
<b>Caudal m3/h</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>POB Estim.</b>	<b>DQO</b>
50,20	600	10 000	1 200

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

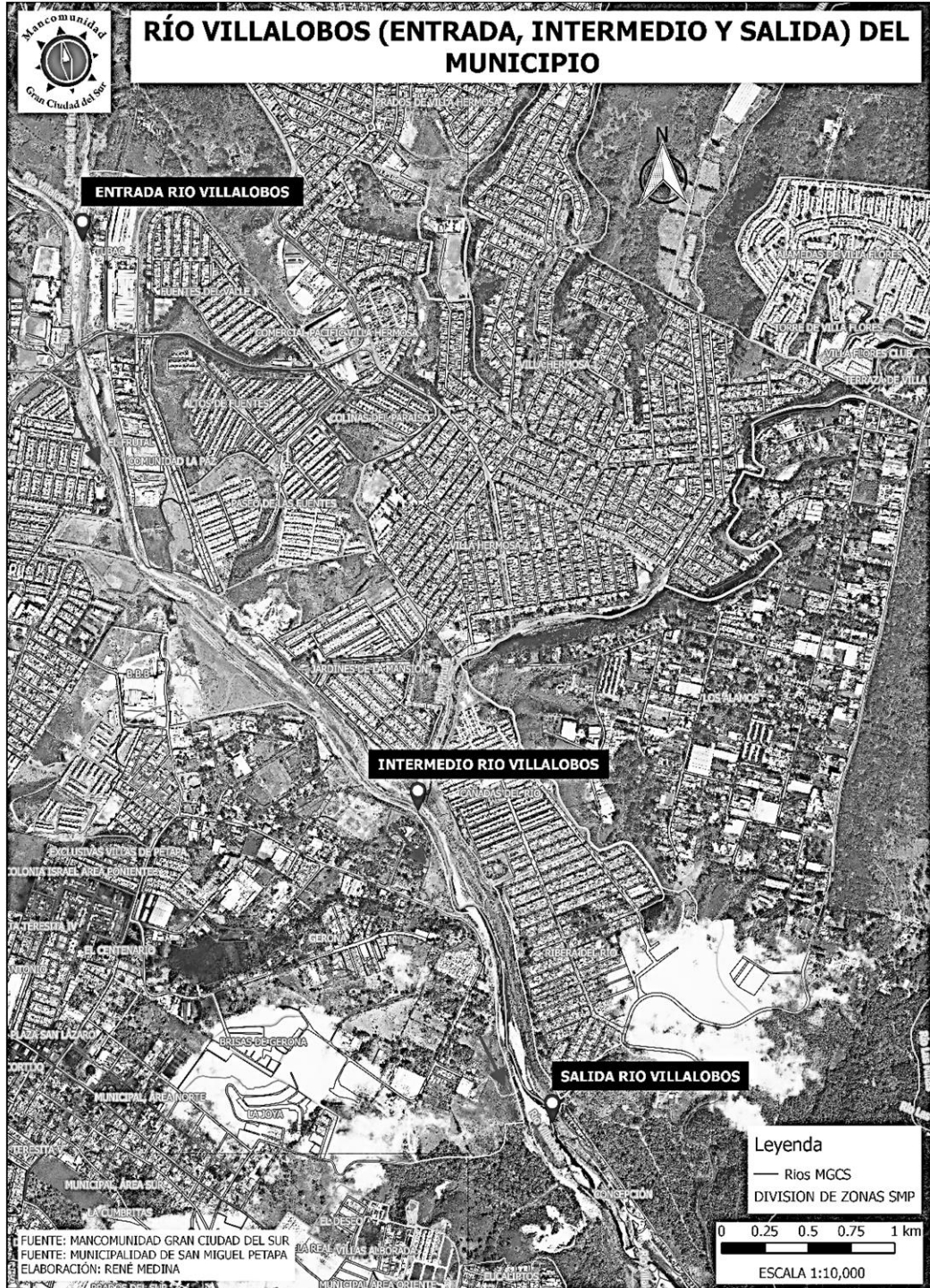
Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma Acuerdo Gubernativo Núm. 129-2015, el parámetro de DBO5 en este desfogue es un parámetro crítico debido a que sobrepasa los 250 mg/L que dicho acuerdo establece como límite.

El punto de desfogue en el río Villalobos (salida) se ubica en:

N 14° 30'1.62"

O 90° 32'44.602"

Figura 25. Mapa de localización del río Villalobos



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el Banco Mundial.

## Río Platanitos

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

## Colonia El Cortijo

Tabla XL. **Punto de desfogue (intermedio río Platanitos)**

<b>Intermedio</b>			
<b>Caudal m<sup>3</sup>/h</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>POB Estim.</b>	<b>DQO</b>
15,65	150	2 500	300

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015, el parámetro de DBO<sub>5</sub> en este desfogue se encuentra dentro del límite de 250 mg/L.

El punto de desfogue en el río Platanitos (intermedio) se ubica en:

N 14° 29'34.488"

O 90° 33'24.072"

- Lista de áreas de habitación que desfogan en este punto del río

Santa Inés parte de la zona 4

Tabla XLI. **Punto de desfogue (salida río Platanitos)**

<b>Salida</b>			
<b>Caudal m3/h</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>POB Estim.</b>	<b>DQO</b>
1,49	90,00	1,500	180

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

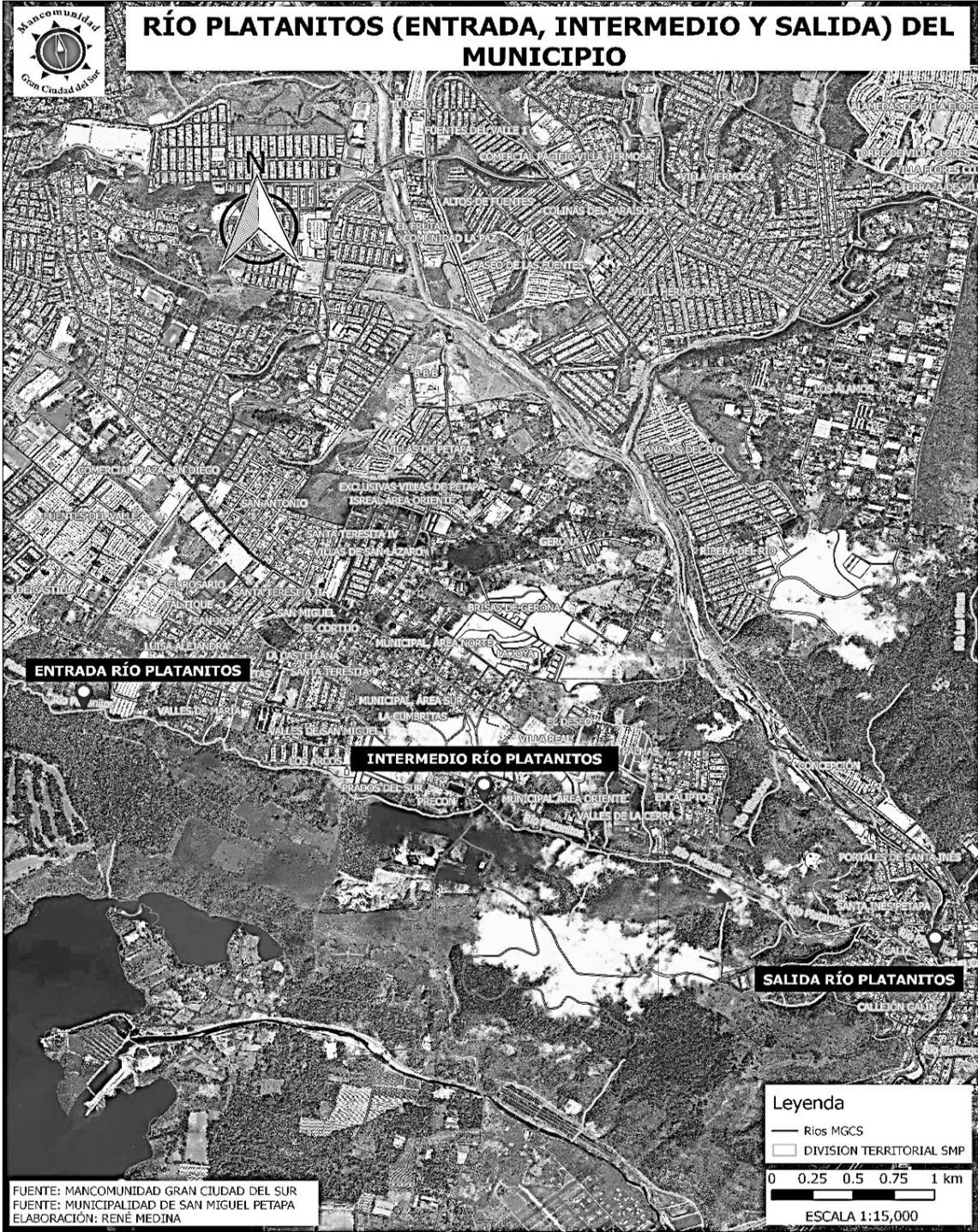
Según la etapa uno del Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma Acuerdo Gubernativo Núm. 129-2015, el parámetro de DBO5 en este desfogue se encuentra dentro del límite de 250 mg/L.

El punto de desfogue en el río Platanitos (salida) se ubica en:

N 14° 29' 7.154"

O 90° 32' 12.570"

Figura 26. Mapa de localización río Platanitos



Fuente: elaboración propia, según fotografías proporcionadas por el Banco Mundial.

### **3.1.1.8. Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva**

Los nombre de metales pesados que no se encontraron en los puntos de desfogues de aguas residuales de los tres ríos que atraviesan el municipio de San Miguel Petapa son:

- Arsénico
- Cadmio
- Cianuro
- Cobre
- Cromo hexavalente
- Mercurio
- Níquel
- Plomo
- Zinc

Dado lo anterior, se justifica que no se vuelva a realizar el análisis para determinar la presencia de metales pesados en las muestras realizadas en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos, ya que en ninguno de los puntos trabajados existen estos metales.

### **3.1.2. Documentación**

#### **3.1.2.1. Plan de gestión de aguas residuales para la Municipalidad de San Miguel Petapa**

La Municipalidad de San Miguel Petapa no presta el servicio de tratamiento de aguas residuales a personas que descargan sus aguas residuales de tipo

“especial” al alcantarillado público. Como se ha explicado, la planta de tratamiento intervenida por esta municipalidad solamente recibe aguas residuales ordinarias (de origen domiciliario), de los residenciales Fuentes del Valle 1 y Altos de Fuentes 1, 2 y 3; con lo cual se justifica que no se presente la información que esta sección requiere.

Sin embargo, se presenta a continuación el plan de gestión de aguas residuales para esta municipalidad.

- Plan de Gestión (parámetros críticos)

Se presentan a continuación tablas comparativas según el Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma, AG Núm. 129-2015, para determinar con mayor claridad los parámetros críticos en cada uno de los puntos muestreados (planta de tratamiento y puntos no controlados); teniendo en cuenta solamente la etapa uno de cumplimiento que dicho acuerdo requiere para la fecha máxima de aplicación al año 2017.

- Etapa Uno (fecha máxima de cumplimiento 02/05/2017), reformado por el AG 129-2015

Tabla XLII. **Valores comparativos de parámetros críticos de etapa uno de los puntos muestreados en el municipio de San Miguel Petapa**

Parámetros	Dimensionales	Planta de tratamiento			Rio Pinula			Rio Villalobos			Rio Platanitos		
		Etapa	Afluente	Efluente	Entrada	Intermedio	Salida	Entrada	Intermedio	Salida	Entrada	Intermedio	Salida
Temperatura	Grados Celsius	Uno	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Grases y aceites	Miligramos por litro	TCR+7	41	8.8	10	18	15	14	24	11	5.5	10	7
Materia flotante	Ausencia presencia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	250	260	130	280	310	160	250	290	210	180	280	160
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	275	220	98	2400	1600	220	360	500	840	280	360	250
Nitrogeno total	Miligramos por litro	150	31	43	31	31	57	45	37	39	35	41	20
Fósforo total	Miligramos por litro	45	7.5	6.8	8.8	7.7	9.3	8.7	7.4	7	7	11	4.8
Potencial de hidrogeno	Unidades de potencial de hidrogeno	6 a 9	6.9	7.2	7.5	7.4	7.2	7.2	7.4	6.9	6.9	7.4	7.5
Coliformes fecales	Numero más probable en cien mililitros	<1x10 <sup>7</sup>	4.3x10 <sup>7</sup>	1.1x10 <sup>6</sup>	4.3x10 <sup>8</sup>	9.3x10 <sup>7</sup>	9.3x10 <sup>8</sup>	2.3x10 <sup>8</sup>	2.3x10 <sup>6</sup>	9.3x10 <sup>8</sup>	4.3x10 <sup>7</sup>	4.6x10 <sup>8</sup>	4.6x10 <sup>8</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	0.1	ND	<0.0025	ND	ND	0.0064	ND	ND	0.0036	ND	ND	0.0049
Cadmio	Miligramos por litro	0.1	ND	<0.010	ND	ND	<0.010	ND	ND	<0.010	ND	ND	<0.010
Cianuro total	Miligramos por litro	1	ND	<0.010	ND	ND	<0.010	ND	ND	<0.010	ND	ND	<0.010
Cobre	Miligramos por litro	3	ND	<0.040	ND	ND	<0.040	ND	ND	<0.040	ND	ND	<0.040
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1	ND	<0.010	ND	ND	<0.010	ND	ND	<0.010	ND	ND	<0.010
Mercurio	Miligramos por litro	0.02	ND	<0.00065	ND	ND	<0.00065	ND	ND	<0.00065	ND	ND	<0.00065
Níquel	Miligramos por litro	2	ND	<0.30	ND	ND	<0.30	ND	ND	<0.30	ND	ND	<0.30
Plomo	Miligramos por litro	0.4	ND	0.169	ND	ND	0.166	ND	ND	0.138	ND	ND	<0.060
Zinc	Miligramos por litro	10	ND	0.086	ND	ND	0.103	ND	ND	0.132	ND	ND	0.131
Color	Unidades platino cobalto	1000	490	310	3200	2000	430	610	770	860	430	470	320

Fuente: Reforma AG 129-2015. *Reglamento 236-2006 de descargas de aguas residuales.*



- Parámetros críticos en desfogues

Se presentan a continuación tablas según el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y su reforma Acuerdo Gubernativo No. 129-2015, para determinar con mayor claridad, qué desfogues cumplen con el parámetro de la DBO5 y se encuentra crítico, según la etapa uno que dicho acuerdo requiere.

- Estimación del balance de aguas residuales

Según la caracterización de las aguas residuales al entrar a la PTAR y salir de la misma ya tratada, se encontraron los siguientes resultados:

Tabla XLIII. **Resultados de caracterización de aguas residuales, según etapa uno**

Etapa	Lugar	Parámetro crítico	Balance + / -	Cumple AG
Uno	PTAR / afluente contra efluente	DBO <sub>5</sub>	+	Si
Uno	PTAR / afluente contra efluente	Coliformes fecales	-	No

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

- Puntos no controlados en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos

#### Río Pinula

Tabla XLIV. **Resultados de la caracterización en el río Pinula, etapa uno**

Etapa	Lugar	Parámetro crítico	Balance + / -	Cumple AG
Uno	río Pinula / entrada contra salida	DBO <sub>5</sub>	+	Si
Uno	río Pinula / entrada contra salida	Sólidos suspendidos	+	Si
Uno	río Pinula / entrada contra salida	Coliformes fecales	-	No
Uno	río Pinula / entrada contra salida	Color	+	Si

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

#### Río Villalobos

Tabla XLV. **Resultados de la caracterización en el río Villalobos, etapa uno**

Etapa	Lugar	Parámetro crítico	Balance + / -	Cumple AG
Uno	río Villalobos / entrada contra salida	DBO <sub>5</sub>	+	Si
Uno	río Villalobos / entrada contra salida	Sólidos suspendidos	-	No
Uno	río Villalobos / entrada contra salida	Coliformes fecales	-	No

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

Río Platanitos

Tabla XLVI. **Resultados de la caracterización en el río Platanitos, etapa uno**

Etapa	Lugar	Parámetro crítico	Balance + / -	Cumple AG
Uno	Río Platanitos / entrada contra salida	Sólidos suspendidos	+	Si
Uno	Río Platanitos / entrada contra salida	Coliformes fecales	-	No

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

- Plan de gestión de aguas residuales

Tabla XLVII. Plan de gestión 1 y 2 de aguas residuales

No.	Objetivo ambiental	Problemática (Parámetros críticos)	Factor ambiental impactado	Estimación del balance ambiental actual	Medidas de mitigación propuestas	Costos anuales	Responsable de la ejecución	Medio de verificación	Seguimiento	Plazo de cumplimiento
1	Determinar el cumplimiento o incumplimiento de los parámetros que el Acuerdo Gubernativo establece, a través de análisis fisicoquímicos, bacteriológicos y metales pesados.	Se evidencia que se incumple con los siguientes parámetros: Coliformes fecales, DBO5 y Nitrogeno (PTAR); Coliformes fecales, grasas y aceites, DBO5, sólidos suspendidos y nitrógeno (Rio Pnula); Todos los parámetros antes descritos, además de color (Rios Villalobos y Platanitos)	Cuerpos de agua que recorren el municipio de San Miguel Petapa.	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (PTAR). * Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (Rios Pnula y Platanitos). * Incumplimiento en los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales (Rio Villalobos).	Realizar muestreos compuestos semestrales, análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en la PTAR y Rios Pnula, Villalobos y Platanitos (además de desfogues).	Q87,265.00	Municipalidad de San Miguel Petapa	Resultados e interpretación de análisis.	Analizar si los parámetros incumplidos disminuyen, si continúan igual establecer nuevas medidas de mitigación.	Largo plazo
2	Mejorar la información de catastro y determinar la población real de cada área de habitación dentro del municipio, mediante recorridos y entrevistas por lugar habitado.	No se contó con información catastral ni de población real, y determinar así qué cantidad de población y/o áreas de habitación impactan un cuerpo de agua específico.	Cuerpos de agua que recorren el municipio de San Miguel Petapa.	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (PTAR). * Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (Rios Pnula y Platanitos). * Incumplimiento en los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales (Rio Villalobos).	Establecer una base de datos de catastro y población real, para saber exactamente cuál es el impacto de cada área de habitación y/o industrial en cada cuerpo de agua que recorre el municipio.	Q36,000.00	Municipalidad de San Miguel Petapa	Registros de entrevistas con la información necesaria.	Analizar la información obtenida por medio de recorridos y entrevistas para determinar si fallan aún áreas de habitación y/o industrial por visitar.	Mediano plazo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. Plan de gestión 3 y 4 de aguas residuales

No.	Objetivo ambiental	Problemática (Parámetros críticos)	Factor ambiental impactado	Estimación del balance ambiental actual	Medidas de mitigación propuestas	Costos anuales	Responsable de la ejecución	Medio de verificación	Seguimiento	Plazo de cumplimiento
3	Determinar hacia donde se descargan las aguas grises, negras, pluviales e industriales de cada área de habitación y/o industrial dentro del municipio, mediante recorridos y entrevistas de campo.	Se ignora el punto de descarga de cada tipo de agua (gris, negra, pluvial e industrial) proveniente de cada área de habitación y/o industrial.	Cuerpos de agua que recorren el municipio de San Miguel Petapa.	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (PTAR). * Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (Ríos Pinula y Patanillos). * Incumplimiento en los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales (Río Villalobos).	Realizar una base de datos de descargas reales, para saber exactamente cuál es el impacto de cada área de habitación y/o industrial en cada cuerpo de agua que recorre el municipio.	Igual que el G 2	Municipalidad de San Miguel Petapa	Registros de entrevistas con la información necesaria.	Analizar la información obtenida por medio de recorridos y entrevistas para determinar si faltan aún áreas de habitación y/o industrial por visitar.	Mediano plazo
4	Informar a todos los entes generadores privados de su obligación de realizar Estudios Técnicos en sus colonias y/o industrias.	No se tiene conocimiento de si los entes generadores privados cuentan o no con los Estudios Técnicos que la legislación les requiere.	Cuerpos de agua que recorren el municipio de San Miguel Petapa.	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (PTAR). * Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (Ríos Pinula y Patanillos). * Incumplimiento en los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales (Río Villalobos).	Informar a los entes generadores privados de su obligación de realizar sus Estudios Técnicos.	Igual que el G 2	Municipalidad de San Miguel Petapa	Constancias de recibido de dichas notificaciones a entes privados dentro del municipio.	Analizar que tanto se ha cubierto en notificaciones, teniendo en cuenta el listado de comercios actualizado.	Corto a mediano plazo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. Plan de gestión 5 y 6 de aguas residuales

No.	Objetivo ambiental	Problemática (Parámetros críticos)	Factor ambiental impactado	Estimación del balance ambiental actual	Medidas de mitigación propuestas	Costos anuales	Responsable de la ejecución	Medio de verificación	Seguimiento	Plazo de cumplimiento
5	Actualizar semestralmente el Estudio Técnico, en base a las actividades propuestas en este plan de gestión.	Se evidenció que se incumple con los siguientes parámetros: Coliformes fecales, DBO5 y Nitrogeno (PTAR); Coliformes fecales, grasas y aceites, DBO5, sólidos suspendidos y nitrogeno (Río Pinula); Todos los parámetros antes descritos, además de color (Ríos Villalobos y Piatanitos).	Cuerpos de agua que recorren el municipio de San Miguel Petapa.	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (PTAR). * Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (Ríos Pinula y Piatanitos). * Incumplimiento en los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales (Río Villalobos).	Analizar toda la información generada por las actividades propuestas en este plan de gestión ambiental, para actualizar el Estudio Técnico conforme a la dinámica respectiva.	Q20,000.00	Municipalidad de San Miguel Petapa	Actualizaciones semestrales del Estudio Técnico.	Analizar si las actividades propuestas son suficientes o se necesita establecer diferentes actividades para mitigar el impacto ambiental a los cuerpos de agua del municipio.	Mediano y largo plazo
6	Mejorar los resultados en parámetros críticos identificados en la PTAR, mediante la operación y mantenimiento adecuados.	No se le ha dado una correcta operación y mantenimiento a lo largo del tiempo a la PTAR, debido a que una empresa externa la dirige.	Río Villalobos	* Incumplimiento en los parámetros de DBO5 y nitrogeno (PTAR) (confirme las etapas del AG van avanzando).	Mejorar la operación y mantenimiento dentro de la PTAR, mediante las observaciones que el Ing. Asesor les recomienda.	Q678,700.56	Municipalidad de San Miguel Petapa	Visitas a la PTAR para comprobar visualmente y por medio de entrevista con el encargado, y determinar si se está llevando a cabo la operación y mantenimiento de manera adecuada.	Analizar los resultados de las muestras de la PTAR, y comprobar así si los parámetros críticos bajan de categoría.	Corto a mediano plazo

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. Plan de gestión 7 y 8 de aguas residuales

No.	Objetivo ambiental	Problemática (Parámetros críticos)	Factor ambiental impactado	Estimación del balance ambiental actual	Medidas de mitigación propuestas	Costos anuales	Responsable de la ejecución	Medio de verificación	Seguimiento	Plazo de cumplimiento
7	Mejorar el resultado en el parámetro crítico identificado (coliformes fecales), mediante la instalación de un dosificador de cloro en la salida de la PTAR.	El agua residual doméstica ya tratada aún posee coliformes fecales.	Río Villalobos	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales.	Instalar un dosificador de cloro	Q12,100.00	Municipalidad de San Miguel Petapa	Resultados e interpretación de análisis, en el parámetro incumplido (coliformes fecales).	Analizar si el dosificador cumple con su función de eliminar los coliformes fecales del agua residual doméstica ya tratada por la PTAR.	Mediano plazo
8	Mejorar el resultado en los parámetros críticos identificados, mediante la instalación de Bio-reactores modulares.	Se evidenció que se incumple con los siguientes parámetros: Coliformes fecales, grasas y aceites, DBO5, sólidos suspendidos y nitrogeno (Río Pinula); Todos los parámetros antes descritos, además de color (Ríos Villalobos y Platanitos).	Cuerpos de agua que recorren el municipio de San Miguel Petapa.	* Incumplimiento en el parámetro de coliformes fecales (Ríos Pinula y Platanitos). * Incumplimiento en los parámetros de sólidos suspendidos y coliformes fecales (Río Villalobos).	Instalar Bio-reactores modulares en cada uno de los ríos y puntos de desfogue.	Q17,295,200.00	Municipalidad de San Miguel Petapa	Resultados e interpretación de análisis, en los parámetros incumplidos.	Analizar la propuesta de los Bio-reactores o la propuesta de DMP.	Largo plazo

GRAN TOTAL Q18,139,265.56

Fuente: elaboración propia.

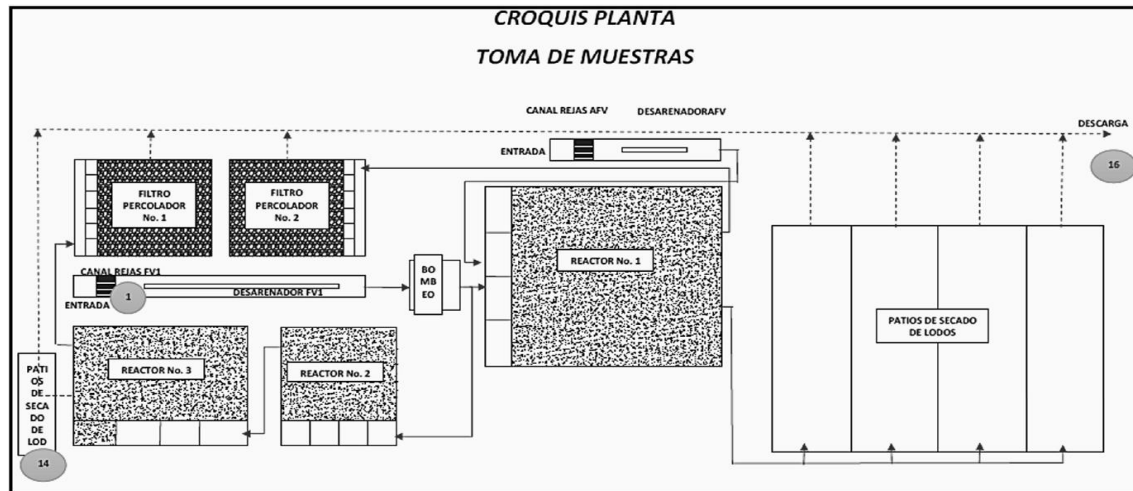
### **3.1.2.2. Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado**

Para el municipio de San Miguel Petapa la situación es poco alentadora, pues actualmente la municipalidad cuenta únicamente con una planta de tratamiento que se encuentra en el residencial Fuentes del Valle I, ubicada en la 7 av. "A" final 27-92 Zona 7, San Miguel Petapa. Esta planta recibe agua residual de los residenciales Altos de Fuentes 1, 2 y 3 y tiene como punto de descarga el río Villalobos. Esta es la única planta de tratamiento de aguas residuales a cargo de la municipalidad, pero el municipio cuenta con 12 plantas de tratamiento en total, unas privadas y otras públicas. Una de ellas, que se encuentran en buen estado, está a cargo de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y lago de Amatitlán (AMSA).

A continuación se muestra un esquema de la planta de tratamiento de Fuentes del Valle, la cual se encuentra intervenida por la municipalidad de San Miguel Petapa. La planta cuenta con dos filtros percoladores y tres reactores, en la disposición final cuenta con un patio de secado de lodos.



Figura 27. **Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales intervenida por la municipalidad de San Miguel Petapa**



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudios de planificación y desarrollo.*

- Medidas propuestas

Para disminuir la concentración en los parámetros críticos de DBO5 y Nitrógeno, que durante la etapa uno que establece el Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015 se incumplen; a continuación, se presenta el programa de operación y mantenimiento de la PTAR de la municipalidad de San Miguel Petapa.

- Programa de operación y mantenimiento de la PTAR

El manejo y el mantenimiento de la planta de tratamiento debe estar basada en el manual de operación y mantenimiento, donde se identifiquen los procesos que hagan posible el funcionamiento óptimo, eficiente y efectivo de la planta sin que se produzcan interrupciones debidas a fallas de cualquiera de los elementos, procesos u operaciones ocasionado por una deficiente operación o

mantenimiento. “Para la operación y mantenimiento, debe tenerse en cuenta el nivel académico de la persona a quien se destina el manual. El manual desarrollado para esta planta de tratamiento se redactó con un lenguaje inteligible por los operarios. Se excluyó el lenguaje técnico específico que podría comprender un ingeniero. El objetivo es que los operarios no hagan caso omiso del manual porque no comprenden su contenido”<sup>12</sup>.

El manual de mantenimiento desarrollado no debe ser absoluto, periódicamente debe ser sometido a revisiones para adecuarlo a las necesidades de cada momento. En estas revisiones se incluirán las instrucciones necesarias para cualquier nuevo procedimiento, equipos o instalación que se haya ejecutado como consecuencia de mejoras o ampliaciones de la planta de tratamiento.

La Municipalidad de San Miguel Petapa clasifica el mantenimiento de las PTAR en tres diferentes tipos:

- Correctivo: son intervenciones no programadas dirigidas a devolver al equipo, estructura, proceso u operación averiada a su estado operacional que tenía antes que el defecto fuera descubierto.
- Preventivo: son las intervenciones periódicas de cuidado e inspección programadas para prever la falla y prolongar el funcionamiento adecuado de las obras.
- Predictivo: es la sustitución de piezas cuando es posible predecir su falla por antigüedad o condiciones de trabajo.

---

<sup>12</sup> Concejo municipal. Municipalidad de San Miguel Petapa. *Manual de mantenimientos preventivos y correctivos de PTAR*.

Debido a la falta de información, que debía de trasladarse de operación y mantenimiento del anterior operador al actual operador, fue necesario realizar la verificación reglamentada de los reactores, en los filtros percoladores y demás piezas. La verificación se llevó a cabo por etapas, las cuales se enumeran y se nombra la pieza que fue inspeccionada.

Etapa 1: Reactores

Etapa 2: Filtros percoladores

Etapa 3: Mantenimiento a las unidades

**Tabla LI. Costos estimados para llevar a cabo el programa de operación y mantenimiento en la PTAR**

Núm.	Parámetro crítico o incumplido	Medida propuesta	Rubro	Costo estimado / mensual	Total anual	Gran total
1	DBO <sub>5</sub> y N	Adecuada operación PTAR	Gastos fijos	Q. 36 158,38	Q. 433 900,56	Q. 678 700,56
2		Mantenimiento PTAR	Gastos adicionales	Q. 20 400,00	Q. 244 800,00	

Fuente: elaboración propia, según datos obtenidos por la Municipalidad de San Miguel Petapa.

Para disminuir la concentración en el parámetro crítico de coliformes fecales a lo largo de la etapa uno, que establece el Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma AG Núm. 129-2015, que se incumple; a continuación se presentan las propuestas del caso.

**Tabla LII. Costos estimados para llevar a cabo la disminución en concentración de coliformes fecales en la PTAR**

Núm.	Parámetro crítico o incumplido	Medida propuesta	Frecuencia de aplicación de medidas propuestas	Costo estimado / mensual	Total anual	Gran total
2	Coliformes fecales	Compra de dosificador para tabletas de cloro	Única	Q. 10 000,00	Q. 10 000,00	Q. 12 100,00
		Compra de tuberías y construcción de área adecuada para instalación del dosificador	Única	Q. 1 500,00	Q. 1 500,00	
		Tableta cloradora	Mensual	Q. 50,00	Q. 600,00	

Fuente: elaboración propia, según datos obtenidos por la Municipalidad de San Miguel Petapa.

1. Descripción general del sistema de tratamiento de aguas residuales que se propone

**Bioreactores modulares -BRM-**

Es un sistema anaerobio compacto modular, que no consume energía eléctrica para el proceso biológico. La eficiencia de depuración va desde el 80 % hasta 95 %. El BRM con post tratamiento, incluye control de operación y manejo de lodos, además de control de olores y desinfección.

- Control de operación: Suministro estándar integrado al BRM.
- Muestreo de lodos: Válvula de muestreo de lodos, la cual facilita de manera práctica e higiénica un control del nivel óptimo de lodos en el

BRM.

- Purga de lodos: Válvula de purga de lodos, para una fácil extracción de lodos en exceso del BRM, sin tener que pagar a terceros por ello.
- Control de olores: Suministro estándar integrado al BRM, filtro intercambiable.
- Desinfección: Suministro estándar integrado al BRM, coordinador de pastillas, opcional ozono, UV, O<sub>2</sub>, entre otros.

Se requiere un área mínima para este tipo de tratamiento, con un bajo mantenimiento y costos de operación, se generan lodos en mínima cantidad, genera subproductos utilizables: biogás y lodos, sin ruido, larga vida aproximadamente 30 años.

## 2. Mención de los insumos que se requieren para que el sistema de tratamiento opere eficientemente

Según la operación y mantenimiento, son pocos los insumos, por ejemplo: pastillas de cloro, filtro intercambiable Incolgua para control de olores. También el consumo de energía eléctrica según la eficiencia del BRM que va de un rango de 0,9 a 1,2 kW/h. La mano de obra no calificada para el mantenimiento básico también se puede considerar en este apartado.

- Medidas propuestas para los puntos no controlados en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos

La acción propuesta para estos sitios sería la de colocar bioreactores modulares por área, según la capacidad de los mismos y el número de habitantes de cada una de las áreas de habitación.

- Río Pinula

Se propone estudiar detalladamente la posibilidad de colocar bioreactores modulares en cada una de las tres salidas de los desfogues de aguas residuales de las colonias y residenciales siguientes: Villa Hermosa 1 y 2, Prados de Villa Hermosa, Terrazas de Villa Flores y Villa Flores Club; las cuales llegan a dar al río Pinula.

- Río Villalobos

Las aguas residuales que se conducen a este punto se originan en los residenciales Ribera del Río, Cañadas del Río y Los Álamos. Se desfogan aguas residuales del asentamiento Comunidad La Paz.

- Río Platanitos

Se desfogan aguas residuales de la colonia El Cortijo.

Se desfogan aguas residuales de parte de la zona 4 de Santa Inés.

Estas áreas de habitación cuentan con drenajes de conducción, por consiguiente toda el agua residual domiciliar llegan en diferentes caudales a los tres desfogues antes mencionados. Debido a la superpoblación de estos lugares, se propone colocar un BRM o PTAR para cada uno de los desfogues encontrados. A continuación, se presentan los costos estimados de los bioreactores modulares, que se pretenden emplear en los puntos no controlados de dichos ríos.

**Tabla LIII. Costos estimados bioreactor modular 1**

Núm.	Parámetro crítico o incumplido	Población estimada	Medida propuesta	Frecuencia de las medidas propuestas	Sub-total	Número de PTAR propuestas	Gran total
2	Coliformes fecales	12 700 * 3	Realizar estudio específico s/drenajes y población del lugar	Única	ND	3	<b>Q. 31 200 000,00</b>
			Instalación del PTAR completa	Única	Q. 2 400 000,00		
			PTAR completa	Única	Q. 8 000 000,00		
			Total 1 PTAR	Q. 10 400 000,00			

Fuente: elaboración propia, según datos obtenidos por la Municipalidad de San Miguel Petapa.

**Tabla LIV. Costos estimados bioreactor modular 2**

Río	Parámetro crítico o incumplido	Población estimada	Medida propuesta	Frecuencia de las medidas propuestas	Sub-total	Número de PTAR propuesta	Gran total
Villalobos puente piloto	Sólidos suspend. Coliformes fecales, grasas y aceites DBO <sub>5</sub> , nitrógeno y color	15 000	Realizar estudio específico s/drenajes y población del lugar	Única	ND	1	<b>Q. 11 375 000,00</b>
			Instalación del PTAR completa	Única	Q. 2 625 000,00		
			PTAR completa	Única	Q. 8 750 000,00		
			Total 1 PTAR	Q. 11 375 000,00			

Fuente: elaboración propia, según datos obtenidos por la Municipalidad de San Miguel Petapa.

### 3.1.2.3. Informes de resultados de las caracterizaciones realizadas

- Resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos y análisis de metales pesados. (ver anexos)

## CONCLUSIONES

1. El municipio de San Miguel Petapa, por ser uno de los municipios del departamento de Guatemala más poblado y el más pequeño en extensión territorial, presenta severos problemas de saneamiento, debido a que muchas de las viviendas no cuentan con un sistema de drenajes o alcantarillado y toda el agua que se deshecha llega a las cuencas de los ríos que lo atraviesan, donde forman focos de contaminación ambiental y los cuales la municipalidad ni las organizaciones de empresas y condominios tratan o minimizan.
2. Gracias al correcto y preciso levantamiento de datos de entidades gubernamentales en el país se pudo realizar un mapeo participativo de las actividades y potenciales económicos del municipio de San Miguel Petapa, esto propició el enfoque específico en las necesidades educativas, de salud, saneamiento, recreación, cultura, etcétera, de la población.
3. Se ubicaron y geoposicionaron nueve puntos no controlados en el municipio de San Miguel Petapa, los cuales están ubicados en los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos. En estos ríos desfogan las aguas de residuales de condominios, fabricas, comercios, etc., que no cuentan con planta de tratamiento para dichas aguas.
4. Según los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos que se realizaron en los puntos no controlados evidencian la existencia de concentraciones de parámetros críticos, debido a que en los lugares de habitación no se cuenta con tratamiento alguno para las aguas grises y negras generadas en estas



áreas. Dichos parámetros incumplidos según la etapa uno del AG son: DBO5, sólidos suspendidos, coliformes fecales y color. Se identificaron los desfuegos en cada uno de los ríos: entrada al río Pinula, intermedio 1 al río Pinula, intermedio 3 al río Pinula y salida al río Villalobos.

5. Se geoposicionó la infraestructura y equipamiento urbano de escuelas, centros de salud, parques recreativos, cultura y deportes, administración y servicios municipales y seguridad. Ello determinó que se encuentran en una situación deplorable debido las infraestructuras y escasez de los mismos. Muchas familias viven aún en situaciones inhumanas y gracias a algunas instituciones privadas la población ha mejorado su calidad de vida. De otra forma, el municipio sufriría muchos más riesgos y consecuencias relacionadas con la situación económica del país.
6. Se creó el plan de gestión de reducción en porcentajes de contaminación en los ríos Pínula, Villalobos y Platanitos, los cuales desembocan en otros ríos u océanos y llevan grandes cantidades de contaminantes provenientes de los afluentes de aguas residuales vertidos en estos ríos. Estos afluentes provienen de procesos industriales de empresas y demás zonas de vivienda que no cuentan con plantas de tratamiento para minimizar los porcentajes.
7. El municipio cuenta con un total de 12 PTAR de las cuales tres se encuentran dañadas o fuera de operación, lo que deja al municipio con un 75 % de la infraestructura actual en operación. Las PTAR públicas son las que mejor se encuentran, entre ellas destacan La Cerra, bajo administración de AMSA, la cual tiene la mayor capacidad instalada y cuenta con tratamiento terciario.

## RECOMENDACIONES

1. A toda la población del municipio, viviendas y sectores industriales se les solicita que cuiden el ambiente y que no contaminen las corrientes de agua del país, ya que todas las personas necesitan de esas aguas para subsistir. Es pertinente tomar conciencia de que estos recursos naturales están desapareciendo por la contaminación. A la Municipalidad de San Miguel Petapa se le recomienda que, para poder cumplir con el acuerdo gubernativo y sus reformas, debe destinar mayores recursos económicos y personal capacitado para realizar un mejor trabajo de sanidad en el municipio.
2. Instar a las autoridades gubernamentales y municipales para que atiendan las PTAR existentes en el municipio ya que por descuidos o falta de presupuesto para mantenimiento han quedado fuera de servicio provocando una fuga de aguas crudas a los cuerpos receptores, las cuales serían de gran ayuda y beneficios para la salud de la población ya que con el número de PTAR existentes, casi el 100 % de las aguas residuales fueran tratadas y no llegaría tanta contaminación a los ríos y por consiguiente al lago de Amatitlán.
3. Se insta a la Municipalidad buscar nuevas fuentes de financiamiento o de cooperación internacional para atender las necesidades de saneamiento, salud, educación, seguridad, servicios públicos, entre otros, y cumplir con el plan de gestión presentado por ellos mismos en los temas anteriormente mencionados, que sigan trabajando juntos para que el municipio salga adelante en cuanto a los factores que detienen o retrasan el desarrollo de dicho municipio.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo Ministerial Número 105-2008. *Manual General del Reglamento de las Descargas y Reúso de las Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos*. 25p. Guatemala, Enero de 2008.
2. Concejo Municipal. *Generalidades del concejo y gobierno municipal*. [en línea]. [<https://www.unicef.org/guatemala/spanish/CodigoMunicipal>]. [Consulta: 18 de diciembre de 2016.]
3. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Miguel Petapa; Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. *Plan de Desarrollo San Miguel Petapa, saneamiento y monografía del municipio*. Guatemala. Segeplan 2010. Pág. 31
4. SILVA LLERENA, Carlos E. *Inventario y diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas residuales en operación, públicas y privadas del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala*. 80p.
5. Deguate.com. Inicio. Guatemala. *San Miguel Petapa*. [en línea]. [<http://www.deguate.com/municipios/pages/guatemala/san-miguel-petapa.php>]. [Consulta: 25 de julio de 2016].
6. Gobierno de la República. *Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento para las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos y su reforma 129-2015*. Guatemala, 2015. 24p.

7. MINEDUC. *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. 162p. Guatemala, 2016.
8. Municipalidad de San Miguel Petapa. *Organización*. [en línea]. [<http://munisanmiguelpetapa.gob.gt/>.] [Consulta: 9 de mayo de 2016].
9. Municipalidad de San Miguel Petapa. *Estudio técnico de caracterización de efluentes, descargas, aguas para reúso y lodos*. Guatemala. Municipalidad de San Miguel Petapa, 2015. 45p.
10. NARANJO S., Luis. El Municipio de San Miguel Petapa. *Localización (ubicación geográfica, mapa con colindancias, extensión territorial)*. Guatemala, Diciembre 2015. [en línea]. [<http://docplayer.es/10928927-Localizacion-ubicacion-geografica-mapa-con-colindancias-extension-territorial.html>.] [Consulta: 16 de junio de 2016].
11. *Plan de Equipamiento Urbano*. Unidad técnica de planificación. [en línea]. [<http://www.urbancentre.utoronto.ca/pdfs/utui/plan.pdf>.] [Consulta: 28 de febrero de 2016].
12. PNUD. Al servicio de las personas y naciones. Informe Nacional de Desarrollo Humano. *Cifras Para El Desarrollo Humano*. Guatemala. [en línea]. [[http://www.desarrollohumano.org.gt/fasciculos/cifras\\_v4.html](http://www.desarrollohumano.org.gt/fasciculos/cifras_v4.html).] [Consulta: 16 de marzo de 2016].
13. RÍOS A. DE GONZÁLEZ, Norma E. *Monografía del Municipio de San Miguel Petapa*. [en línea]. [[biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_1383.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1383.pdf).] [Consulta: 23 de mayo de 2016].

14. SCHJETNAN Mario, PENICHE Manuel, CALVILLO Jorge. *Principios de diseño urbano/ambiental*. [en línea]. [http://www.slideshare.net/maumoran/mario-schjetnan-jorge-calvillo-manuel-peniche-principios-de-diseo-urbano-ambiental-af.] [Consulta: 20 de enero de 2016].
15. SEGEPLAN. *Plan de Desarrollo 2011-2025, San Miguel Petapa, Guatemala*. [en línea]. [www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com\\_k2&view.pdf](http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view.pdf). [Consulta: 6 de agosto de 2016].
16. VILLELA C., Orfelinda. *Guía para reconstrucción del mirador No.1 parque regional municipal "La Cerra" y reforestación, San Miguel Petapa*. [en línea] [biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07\_3435.pdf.] [Consulta: 15 de julio de 2016].



## APÉNDICES

Apéndice 1. **Reunión con los representantes de DMP para solicitar la colaboración en el levantamiento de información del casco urbano del municipio para realizar la geoposición en el programa QGIS y describirlo de mejor manera**



Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 2. Fotografías de San Miguel Petapa para la recopilación de información que la municipalidad aportará para delimitar. Se verificó qué información tenían a su disposición, y se hizo comprobación con planos para ubicar la zona urbana. Explicación sobre la recopilación en campo del equipamiento urbano**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 3. Visita a la municipalidad de San Miguel Petapa y reunión con los representantes de DMP y Dirección de Aguas residuales para la explicación sobre la recopilación de información en campo del equipamiento, realizada por medio una boleta brindada por la MGCS.**

- Educación
- Salud
- Recreación, cultura y deportes
- Administración, servicios municipales y seguridad



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 4. Delimitar zonas 1 y 2. Visita a San Miguel Petapa. Asistió el ingeniero Cristian Alegría, representante de DMP, y los estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala que realizan el EPS.**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 5. Visita técnica a los puntos de desfogue de agua residual en el municipio de San Miguel Petapa.**



Continuación apéndice 5



Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 548-15



#### INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-

##### LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala

Teléfono/fax: 2472-3499

laboratorio@infom.gt

www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 548-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Entrada a la Cerra</b>	
Fuente: <b>Río Platanitos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): <b>----</b>
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): <b>----</b>
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>10:30</b>	Hora de recepción: <b>16:00</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>280</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>550</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>11</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>41</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>470</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>360</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>10</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.4</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 2. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 549-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 549-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Entrada a La Cerra</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Platanitos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>10:30</b>	Hora de recepción:	<b>16:00</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	<b><math>4.6 \times 10^8</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	<b><math>4.6 \times 10^8</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

### Anexo 3. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 550-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



## INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 550-15

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Salida de San Miguel Petapa</b>	
Fuente: <b>Río Platanitos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): ----
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>11:07</b>	Hora de recepción: <b>16:00</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>160</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>300</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>4.8</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>20</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>320</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>250</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>7.0</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.5</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 4. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 551-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 551-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Salida de San Miguel Petapa</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Platanitos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>11:07</b>	Hora de recepción:	<b>16:00</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	<b><math>4.6 \times 10^8</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	<b><math>4.6 \times 10^8</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 5. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 552-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 552-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Entrada Villa Hermosa</b>	
Fuente: <b>Rio Pinula</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): -----
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): -----
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>11:54</b>	Hora de recepción: <b>16:00</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	


(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.


#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>280</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>550</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>8.8</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>31</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>3200</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>2400</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>10</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.5</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturiás**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 6. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 553-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 553-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Entrada Villa Hermosa</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Pinula</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>11:54</b>	Hora de recepción:	<b>16:00</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$4.3 \times 10^8$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$4.3 \times 10^8$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 7. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 554-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 554-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Gasolinera Villa Hermosa 2</b>	
Fuente: <b>Rio Pinula</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): -----
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): -----
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>12:44</b>	Hora de recepción: <b>16:00</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISIQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>310</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>630</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>7.7</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>31</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>2000</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>1600</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>18</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.4</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 8. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 555-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 555-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Gasolinera Villa Hermosa 2</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Pinula</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>12:44</b>	Hora de recepción:	<b>16:00</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	<b><math>9.3 \times 10^7</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	<b><math>9.3 \times 10^7</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 9. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 556-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 556-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Granja Las Joyas</b>		
Fuente:	<b>Río Villa Lobos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C):	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>12:25</b>	Hora de recepción:	<b>16:00</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>290</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>590</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>7.4</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>37</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>770</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>500</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>24</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.4</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 10. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 557-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 557-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Granja Las Joyas</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Villa Lobos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>03-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>03-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>12:25</b>	Hora de recepción:	<b>16:00</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$2.3 \times 10^6$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$2.3 \times 10^6$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 11. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 609-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 609-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Finca El Carmen Guillen</b>		
Fuente:	<b>Rio Platanitos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C):	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>10:52</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>180</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>310</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>7.0</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>35</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>430</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>280</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>5.5</b>
8	pH	Unidades pH	<b>6.9</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 12. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 610-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 610-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<i>Finca El Carmen Guillen</i>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<i>Río Platanitos</i>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<i>San Miguel Petapa</i>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<i>Guatemala</i>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>10:52</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$4.3 \times 10^7$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$4.3 \times 10^7$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



*William Estrada Vargas*  
**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



*Jorge Mario Estrada Asturias*  
**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 13. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 611-15



### INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM- LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
Teléfono/fax: 2472-3499  
laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 611-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Salida Villa Lobos</b>		
Fuente:	<b>Río Villa Lobos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C):	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>11:10</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>210</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>450</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>7.0</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>39</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>850</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>840</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>11</b>
8	pH	Unidades pH	<b>6.9</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.


**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
Ingeniero Químico, Colegiado 685  
Director del Laboratorio de Agua

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 14. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 612-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 612-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Salida Villa Lobos</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Villa Lobos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>11:10</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	<b><math>9.3 \times 10^8</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	<b><math>9.3 \times 10^8</math></b>	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 15. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 613-15



### INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM- LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
Teléfono/fax: 2472-3499  
laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



## INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 613-15

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Salida Pinula</b>	
Fuente: <b>Río Pinula</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): <b>----</b>
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): <b>----</b>
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>11:15</b>	Hora de recepción: <b>14:34</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISIQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>160</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>450</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>9.3</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>57</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>430</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>220</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>15</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.2</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 16. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 614-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 614-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Salida Pinula</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Río Pinula</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>11:15</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$9.3 \times 10^8$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$9.3 \times 10^8$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 17. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 615-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 615-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Entrada planta</b>		
Fuente:	<b>Altos de Fuentes I</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C):	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>12:05</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>260</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>730</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>7.5</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>31</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>490</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>220</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>41</b>
8	pH	Unidades pH	<b>6.9</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685\*  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 18. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 616-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 616-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Entrada Planta</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Altos de Fuentes I</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>12:05</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$4.3 \times 10^7$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$4.3 \times 10^7$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 19. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 617-15



### INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-

#### LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala

Teléfono/fax: 2472-3499

laboratorio@infom.gt

www.infom.gob.gt



## INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 617-15

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Salida planta</b>	
Fuente: <b>Altos de Fuentes I</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): ----
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>12:15</b>	Hora de recepción: <b>14:34</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>130</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>340</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>6.8</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>43</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>310</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>98</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>8.8</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.2</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



## Anexo 20. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 618-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 21 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 618-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Salida Planta</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Altos de Fuentes I</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>12:15</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$1.1 \times 10^9$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$1.1 \times 10^9$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 21. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 619-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499  
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



### INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 619-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</b>	
Punto de muestreo: <b>Tubac</b>	
Fuente: <b>Rio Villa Lobos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades): -----
Municipio: <b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> (°C): -----
Departamento: <b>Guatemala</b>	Técnica de preservación: <b>Refrigeración</b>
Fecha de captación: <b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción: <b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación: <b>13:15</b>	Hora de recepción: <b>14:34</b>
Responsable de captación: <b>Carlos Benavente (Persona ajeno al Laboratorio INFOM)</b>	

(2) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	<b>250</b>
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	<b>660</b>
3	Fósforo total	mg/L P	<b>8.7</b>
4	Nitrógeno Total	mg/L N	<b>45</b>
5	Color	Unidades Pt-Co	<b>610</b>
6	Sólidos en suspensión	mg/L	<b>360</b>
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	<b>14</b>
8	pH	Unidades pH	<b>7.2</b>
9	Temperatura	°C	<b>21</b>
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	<b>Ausente</b>

#### OBSERVACIONES

- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el Laboratorio.

  
**Ing. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio de Agua



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.

## Anexo 22. Análisis fisicoquímico de la muestra Núm. 620-15



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**  
**LABORATORIO DE AGUA**  
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala  
 Teléfono/fax: 2472-3499



### INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 620-15

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

Interesado:	<b>MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA</b>		
Punto de muestreo:	<b>Tubac</b>	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	<b>Rio Villa Lobos</b>	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	<b>San Miguel Petapa</b>	Temperatura <i>in situ</i> :	----
Departamento:	<b>Guatemala</b>	Técnica de preservación:	<b>Refrigeración</b>
Fecha de captación:	<b>05-Marzo-2015</b>	Fecha de recepción:	<b>05-Marzo-2015</b>
Hora de captación:	<b>13:15</b>	Hora de recepción:	<b>14:34</b>
Responsable de captación:	<b>Carlos Benavente ( Personal ajeno al Laboratorio INFOM )</b>		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

#### RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	$2.3 \times 10^8$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>
2	Grupo Coliforme Total	$2.3 \times 10^8$	NMP/100 mL <sup>(2)</sup>

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

#### OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



**William Estrada Vargas**  
 Químico Biólogo, Colegiado 2241  
 Supervisor Microbiológico



**Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias**  
 Ingeniero Químico, Colegiado 685  
 Director del Laboratorio

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. INFOM.



Anexo 23. **Certificación de Acuerdo de Concejo para Notificaciones a entes generadores privado**

*Municipalidad de San Miguel Petapa  
Departamento de Guatemala*



**LA INFRASCrita SECRETARIA MUNICIPAL DE SAN MIGUEL PETAPA, MUNICIPIO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**  
**CERTIFICA:** Haber tenido a la vista el Libro de Actas del Honorable Concejo Municipal, correspondiente a las sesiones ordinarias y extraordinarias del año 2015, en el cual aparece el **ACTA NÚMERO 31-2015** de la Sesión Pública ordinaria, celebrada el día nueve de marzo de 2015, que en el punto **SEPTIMO** literalmente dice "...**SEPTIMO:** Por designación del Señor Alcalde, la Secretaria da lectura al requerimiento y propuesta remitido por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, en donde solicitan que se giren instrucciones a la Dirección de Servicios Públicos, para que notifiquen a los particulares, industrias y condominios que regeneran aguas residuales, para que cumplan con el contenido del Acuerdo Gubernativo 236-2006, para que formulen y entreguen sus respectivos estudios técnicos-legales al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, en donde certifiquen el tratamiento de sus aguas previo a la descarga de cualquier ente receptor, según lo establece el Acuerdo citado en su artículo 5, relacionado al manejo de aguas servidas en los Municipios; en consecuencia, el Honorable Concejo, manifiesta que **CONSIDERANDO:** Que el Concejo Municipal es el órgano colegiado superior de deliberación y de decisión de los asuntos municipales cuyos miembros son solidaria y mancomunadamente responsables por la toma de decisiones así como el gobierno municipal corresponde al Concejo Municipal. **CONSIDERANDO:** Que corresponde con exclusividad al Concejo Municipal la emisión y aprobación de acuerdos y ordenanzas municipales. **CONSIDERANDO:** Que el Acuerdo Gubernativo 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la disposición de lodos", cuya segunda etapa entre en vigor el próximo dos de mayo de 2015, en su artículo tres (3) literalmente dice: **COMPETENCIA:** Compete la aplicación del presente reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. **CONSIDERANDO:** Que el mismo Acuerdo en el artículo cinco (5), literalmente dice: **ESTUDIO TECNICO:** La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar afluentes, descargas, aguas para reusó y lodos; **POR TANTO:** Con base en lo considerado y lo que para el efecto preceptúan la Constitución Política de la República y el Código Municipal, y sus reformas, por unanimidad el Concejo Municipal **ACUERDA: I.** Instruir a la Dirección de Servicios Públicos de esta Municipalidad, para que en un plazo no mayor de quince días, notifique mediante nota dirigida a todas las colonias privadas y condominios; así como a los propietarios de industrias y empresas que posean sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales propios y cuya construcción fuera aprobada por esta Municipalidad bajo el precepto de operar su propia planta de tratamiento de aguas residuales, para que en cumplimiento con el referido Acuerdo Gubernativo, presenten su respectivo Estudio Técnico ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y oficien ante esta Municipalidad el acuso de recibo respectivo. **II.** Notifíquese...". **Y para remitir a donde corresponda, de conformidad con el artículo 84, literal b) del Decreto 12-2002, Código Municipal, extendiendo, sello y firma la presente en una hoja de papel membretado de esta Municipalidad, en San Miguel Petapa, el veintiséis de marzo del dos mil quince. Conste.-**

Licda. Tania Karina Sagastume Paiz  
Secretaria Municipal



1ª. Calle 1-56 Zona 1 San Miguel Petapa. PBX: 6662-1111 • [info@munisanmiguelpetapa.gob.gt](mailto:info@munisanmiguelpetapa.gob.gt)

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa.

