



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

**ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA**

Marco Antonio Arreaga Mejía

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO ANTONIO ARREAGA MEJÍA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de marzo de 2022.

Marco Antonio Arreaga Mejía

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de mayo de 2022
REF.EPS.DOC.209.05.2022

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

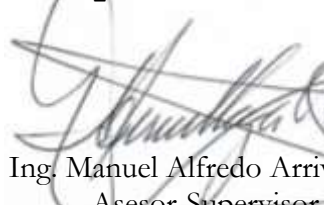
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Marco Antonio Arreaga Mejía**, CUI 2684 96854 0101 y **Registro Académico 9416543** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MAAO/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, REF.EPS.D.181.05.2022
26 de mayo de 2022

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Marco Antonio Arreaga Mejía, CUI 2684 96854 0101 y Registro Académico 9416543**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 25 de mayo de
2022 EIC-JP-005-1S-2022/jclc

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Antonio Arreaga Mejía, quien contó con la asesoría del Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, no está demás indicarle que el presente trabajo de graduación fue desarrollado en la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.).

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 Juan Carlos Linares Cruz
Jefe Del Departamento de Planeamiento

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
USAC

Cc: Estudiante Marco Antonio Arreaga Mejía
Archivo





LNG.DIRECTOR.166.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA**, presentado por: **Marco Antonio Arreaga Mejía**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, agosto de 2022



LNG.DECANATO.OI.599.2022

La Decana 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: **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA**, presentado por: **Marco Antonio Arreaga Mejía**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, agosto de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por la enorme bendición de permitirme llegar a este punto de mi vida y prestarme a una excelente familia.
- Mis padres** Por siempre estar ahí, creer y confiar en que llegaría este momento, gracias muchá, son los mejores.
- Mi esposa** Lourdes Cardona de Arreaga, eres mi inspiración, mi apoyo, mi confidente, mi mejor amiga, gracias por ayudarme a siempre ser mejor y siempre luchar conmigo para terminar este proceso.
- Mis hijos** Marco y Daniel Arreaga, son el motivo para seguir adelante y siempre ser mejor, ahora les toca a ustedes muchá, son mi legado.
- Mi hermano** Por su apoyo.
- Mis tíos en general** Por siempre estar y apoyar, ahora sí puedo decir que logré cumplir las promesas pendientes, Dios les bendiga.

Mis tíos en especial

Rafa Morán y Vivian González de Morán, por siempre creer, motivar y por ser siempre tan especiales en nuestra vida.

Mis abuelos

Por sembrar la necesidad del “estudie mijo”, que fue tan particular de mamá Chaito Maldonado. De la fortaleza y tenacidad para poder decir que le logré cumplir lo prometido Papá Tono Arreaga, Dios les tenga en su presencia.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser siempre mi casa de estudios, por los conocimientos adquiridos y ser el referente del progreso para nuestro país.
Facultad de Ingeniería	Por la formación académica que me proporcionó y proveer las bases necesarias para el crecimiento profesional.
Mi familia	Por siempre mostrar su amor y apoyo incondicional.
Mis catedráticos	Por compartir sus conocimientos.
Mi asesor	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por su guía, apoyo, y amistad incondicional. Por encontrarme al final del camino y apoyarme incondicionalmente en culminar esta meta y todas las que me propongo.
Mis amigos	Por ser siempre mis hermanos, aunque no de sangre, y estar presentes en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
HIPÓTESIS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. DIAGNÓSTICO	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Identificación de la problemática a resolver.....	1
1.2.1. Síntomas del problema	1
1.2.2. Magnitud del problema	1
1.2.3. Causas del problema	2
1.2.4. Necesidad insatisfecha	2
1.2.5. Fines a alcanzar tras solucionar el problema.....	2
1.2.6. Medios para alcanzar los fines	2
1.3. Fase de investigación	4
1.3.1. Monografía del municipio de Escuintla	5
1.3.2. Ubicación	5
1.3.3. Aspectos geográficos	5
1.3.4. Demografía	7
1.3.5. Agua y saneamiento	9
1.3.6. Energía eléctrica y telecomunicaciones.....	13
1.3.7. Transporte	14

1.3.8.	Salud, educación y analfabetismo	14
1.3.9.	Economía y empleo.....	17
1.3.10.	Vivienda.....	19
1.3.11.	Recurso hídrico	20
1.3.12.	Vías de acceso	21
1.3.13.	Puentes	21
1.3.14.	Transporte	22
2.	ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA.....	29
2.1.	Descripción del proyecto	29
2.2.	Componente del sistema de agua potable	30
2.3.	Descripción del sistema actual	33
2.4.	Cálculo para el diagnóstico de la situación actual del servicio de agua potable municipal	38
2.5.	Análisis de las condiciones actuales del grupo A	47
2.6.	Análisis de las condiciones actuales del grupo B	51
2.7.	Análisis de las condiciones actuales del grupo C	55
2.8.	Análisis de las condiciones actuales del grupo D	59
2.9.	Análisis de las condiciones actuales del grupo E	63
2.10.	Análisis de las condiciones actuales del grupo F	67
2.11.	Análisis de las condiciones actuales del grupo G	71
2.12.	Análisis de las condiciones actuales del grupo H.....	75
2.13.	Análisis de las condiciones actuales del grupo I	79
2.14.	Análisis de las condiciones actuales del grupo J	83
2.15.	Análisis de las condiciones actuales del grupo K.....	87

3.	FASE DE DOCENCIA	89
3.1.	Mantenimiento preventivo.....	89
3.2.	Los elementos químicos necesarios para todo buen mantenimiento preventivo.....	91
3.3.	Procedimiento para realizar la limpieza química y mecánica en un sistema de producción de agua potable.	92
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	99
	APENDICES	101
	ANEXO	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol de problemas generados por la falta del servicio de agua potable municipal	3
2.	Árbol de objetivos del trabajo desarrollado para la Municipalidad de Escuintla.....	4
3.	Esquema geográfico del municipio departamento de Escuintla	23
4.	Diferencias limítrofes del municipio de Escuintla, Escuintla	26
5.	Servicio Vrs. población actual en el sector A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	44
6.	Consumo actual en el sector A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	45
7.	Servicio Vrs. población actual en el sector B. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	48
8.	Consumo actual en el sector B. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	49
9.	Servicio Vrs. población actual en el sector C (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	52
10.	Consumo actual en el sector C. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	53
11.	Servicio Vrs. población actual en el sector D (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	56
12.	Consumo actual en el sector D. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	57

13.	Servicio Vrs. población actual en el sector E. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	60
14.	Consumo actual en el sector E (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	61
15.	Servicio Vrs. población actual en el sector F (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	64
16.	Consumo actual en el sector F (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	65
17.	Servicio Vrs. población actual en el sector G (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	68
18.	Consumo actual en el sector G (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	69
19.	Servicio Vrs. población actual en el sector H (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	72
20.	Consumo actual en el sector H (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	73
21.	Servicio Vrs. población actual en el sector I (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	76
22.	Consumo actual en el sector I (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	77
23.	Servicio Vrs. población actual en el sector J (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	80
24.	Consumo actual en el sector J (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	81
25.	Servicio Vrs. población actual en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	84
26.	Consumo actual en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)	85

TABLAS

I.	Número de hogares censados	10
II.	Número y porcentaje de hogares conectados a servicio sanitario municipio de Escuintla, Escuintla	11
III.	Infraestructura en salud municipio de Escuintla, Escuintla.....	15
IV.	Tasa neta de educación, municipio de Escuintla	16
V.	Relación docente vs. alumnos, municipio de Escuintla	17
VI.	PEA por actividad económica municipio de Escuintla, Escuintla	18
VII.	Lugares poblados por cuadrante municipio de Escuintla, Escuintla.....	24
VIII.	Fuentes de abastecimiento municipales, según el Departamento de Agua de la Municipalidad de Escuintla.....	34
IX.	Fuentes de abastecimiento y sectores a quienes surte el servicio, según el Departamento de Agua de la Municipalidad de Escuintla.....	35
X.	Criterio utilizado para definir la dotación dependiendo del clima y ubicación geográfica	39
XI.	Análisis específico de las condiciones actuales sector A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	42
XII.	Análisis específico de las condiciones actuales en el sector A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	46
XIII.	Análisis general de las condiciones actuales en el sector B (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	48
XIV.	Análisis específico de las condiciones actuales en el sector B (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	50
XV.	Análisis general de las condiciones actuales en el sector C (Departamento de Agua Municipalidad de Escuintla).....	52
XVI.	Análisis específico de las condiciones actuales en el sector C (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	54

XVII. Análisis general de las condiciones actuales en el sector D.
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)56

XVIII. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector D
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)58

XIX. Análisis general de las condiciones actuales en el sector E.
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)60

XX. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector E
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)62

XXI. Análisis general de las condiciones actuales en el sector F
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)64

XXII. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector F
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)66

XXIII. Análisis general de las condiciones actuales en el sector G
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)68

XXIV. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector G
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)70

XXV. Análisis general de las condiciones actuales en el sector H
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)72

XXVI. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector h
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)74

XXVII. Análisis general de las condiciones actuales en el sector I
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)76

XXVIII. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector i.
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)78

XXIX. Análisis general de las condiciones actuales en el sector J
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)80

XXX. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector J
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)82

XXXI.	Análisis general de las condiciones actuales en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	84
XXXII.	Análisis específico de las condiciones actuales en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla).....	86

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal GPM Galones por minuto y Caudal lts/seg Litros por segundo.
PVC	Cloruro de polivinilo
Ø	Diámetro de tubería
HG	Hierro galvanizado
psi	Libras por pulgada cuadrada (siglas en ingles)
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
m³	Metro cúbico
mca	Metros columna de agua
Pa	Población actual
s	Segundo
r	Taza de crecimiento

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, <i>nipples</i> , <i>tees</i> , coplas, entre otros.
Aforo	Medir el caudal que una fuente de agua es capaz de proporcionar.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Cumple con la norma NGO 29001.
Análisis químico	Analizar el agua con los elementos que lo constituyen con propósito de establecer un diagnóstico de pureza.
Carretera	Es toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios, cuyo tránsito es permanente.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Cuenca	Área en la cual el agua drena directa o indirectamente hasta un río principal. Puede tener un tamaño variable.

Desinfección	Eliminar de un elemento la infección o la propiedad de usarla destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.
DGC	Dirección General de Caminos.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto Nacional de Fomento Municipal.
NGO	Norma Guatemalteca.
PDM	Plan de Desarrollo Municipal.
PDM-OT	Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial.
Tanque	Es un recipiente de gran tamaño, normalmente, cerrado para contener líquidos o gases, puede ser elevado, enterrado o semi enterrado.
UGAM	Unidad de Gestión Ambiental.

RESUMEN

Nada es más importante en la constitución del sistema terrestre que el agua, considerada ésta en todos sus diferentes estados. Puesto que las aguas de la superficie son tangibles y se han gastado sumas fabulosas de dinero en construir represas y diques, embalses artificiales, acueductos y canales de riego, todas obras visibles, resulta natural que se inclinen a pensar que esta manifestación del agua constituye la mayor fuente para satisfacer las necesidades del mundo, de ser apta para el consumo humano.

Según FUNCAGUA, aproximadamente un 3 % de la disponibilidad de agua dulce fluida, de nuestro planeta, corresponde a ríos y lagos. El 90 % restante, así como aproximadamente 1 230 metros cúbicos de agua, se encuentran en el subsuelo. El agua subterránea es de vital importancia como recurso natural.¹

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras de ingeniería necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las unidades habitacionales de los integrantes de una población. El diseño adecuado de los sistemas puede dar como resultado, el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

En el municipio de Escuintla del departamento de Escuintla se determinó, a través del diagnóstico practicado, que una de las mayores necesidades de la población, es un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente y adecuado, debido a que en diferentes áreas no cuentan con un servicio regular, ocasionándole problemas a la población. En este trabajo se presenta una

¹ Fundación para la Conservación del Agua de la Región Metropolitana de Agua. *Agua en el planeta*. <https://funcagua.org.gt/agua-en-el-planeta/>. Consulta: enero de 2022.

solución factible y adecuada tanto técnica como económica para el mejoramiento de las condiciones de los sistemas de bombeo de agua potable.

Es necesario que para que los sistemas funcionen adecuadamente durante largo tiempo, se cuente con procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos, esto para evitar daños innecesarios en los equipos.

Es necesaria la recopilación de información integral del sistema de agua potable para poder analizar el comportamiento de los niveles freáticos, caudales de explotación, equipos de bombeo, paneles de control y, no solo las condiciones actuales de almacenamiento y tiempo de servicio de las redes, sino también la comparación de producción versus demanda.

Este trabajo de graduación busca mejorar la eficiencia actual del sistema de agua en el municipio, desarrollando procedimientos para implementar, con la finalidad de mejorar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento.

OBJETIVOS

General

Analizar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable actual del Municipio de Escuintla, para una propuesta de mejoramiento al sistema.

Específicos

1. Analizar la situación actual del servicio de agua municipal, producción versus demanda, condiciones actuales del tiempo de servicio de la red y almacenamientos existentes o necesarios.
2. Determinar los factores que afectan la eficiencia en la distribución del servicio de agua municipal.
3. Evaluar los programas de mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas de bombeo de agua potable
4. Proponer las medidas para el mejoramiento de las condiciones actuales del servicio de agua municipal.

HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa:

Como resultado de las condiciones Gubernamentales, los dispositivos de protección utilizados en obras hidráulicas no cuentan con la tecnología de protección adecuada ni los procedimientos para la mantención de los mismos.

Por la falta de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos instalados, se deja en situación vulnerable y las reparaciones son muy necesarias.

Es necesario que se mejoren las condiciones actuales de los sistemas para garantizar la continuidad del servicio de agua potable y también la implementación de protocolos y procedimientos para el mantenimiento preventivo e implementar un plan de mejoramiento.

INTRODUCCIÓN

Luego de visitar diferentes instalaciones de equipos de bombeo y revisar las condiciones de las mismas, se pudo determinar que pueden realizarse mejoras que, de manera factible puedan evitar desperfectos a corto o mediano plazo y también el mejoramiento y optimización de los caudales actuales.

El presente trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado busca analizar las condiciones actuales y plantear opciones para el mejoramiento y optimización de los mismos, prolongando el tiempo de vida útil de los equipos. También se busca la implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

En el primer capítulo se hace una reseña de los aspectos monográficos y se centra en la investigación de las necesidades principales del municipio de Escuintla.

En el segundo capítulo se recopila toda la información relacionada con los sistemas de bombeo y las condiciones actuales de los mismos, además de la obtención de especificaciones de las unidades generadoras de agua potable y procedimientos para mantenimiento actuales.

En el tercer capítulo se realiza el análisis de cada uno de los sistemas de bombeo y se definen condiciones a mejorar.

En el capítulo cuatro se establecen procedimientos para el mantenimiento preventivo de las unidades generadoras de agua potable, y al final las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó al finalizar la investigación.

1. DIAGNÓSTICO

1.1. Antecedentes

Según la Dirección De Agua Municipal de la Municipalidad de Escuintla, el sistema de agua potable a cargo de la municipalidad de Escuintla tiene más de 5 años de estar en funcionamiento con reparaciones o trabajos correctivos y con la necesidad, cada vez mayor de un programa de mantenimiento adecuado a las condiciones de cada uno de ellos.

1.2. Identificación de la problemática a resolver

En los siguientes incisos se describe la problemática que se evidencio para el desarrollo de este informe.

1.2.1. Síntomas del problema

La falta de un servicio de agua potable continuo genera riesgos para la salud de la población debido a que deben almacenar en contenedores o recipientes que muchas veces no cumplen con las condiciones mínimas para garantizar la higiene.

1.2.2. Magnitud del problema

El número de habitantes que se ven afectados es considerable en algunas colonias, de estos el 40 % son niños, quienes están más propensos a contraer

enfermedades ocasionadas por el nivel que alcanza el agua al tener precipitaciones considerables.

1.2.3. Causas del problema

La falta de información, registro, legalización y control de los servicios domiciliarios, aunado a la falta de programas de mantenimiento preventivo de los sistemas no permiten la prestancia de un servicio regular de agua potable, debido a esta necesidad de almacenamientos temporales que no cumplen con las condiciones necesarias para evitar la presencia de microorganismos patógenos pueden ser perjudiciales para las personas que acarrear el agua, adicionalmente los pozos artesanales captan aguas superficiales no seguras para consumo humano.

1.2.4. Necesidad insatisfecha

Un medio que les garantice que no correrán riesgos al llover.

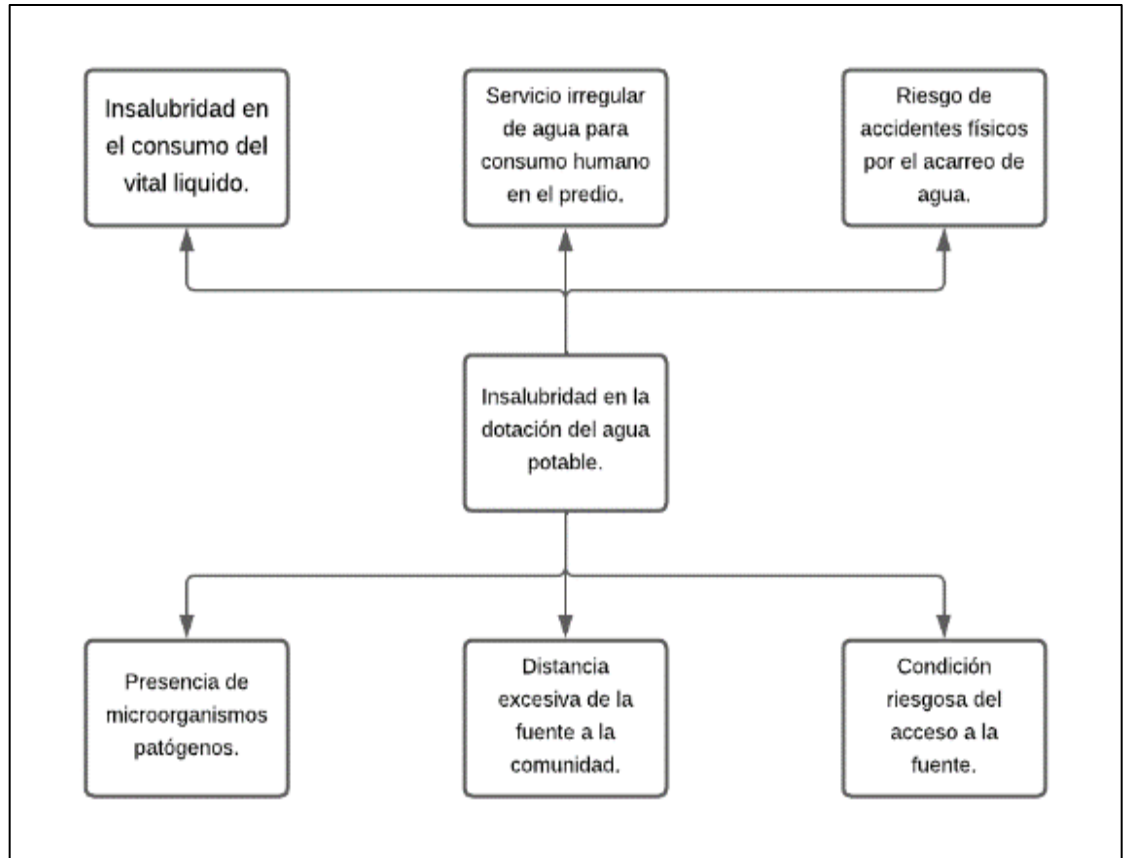
1.2.5. Fines a alcanzar tras solucionar el problema

Optimización del funcionamiento de los sistemas de bombeo a cargo de la Municipalidad de Escuintla.

1.2.6. Medios para alcanzar los fines

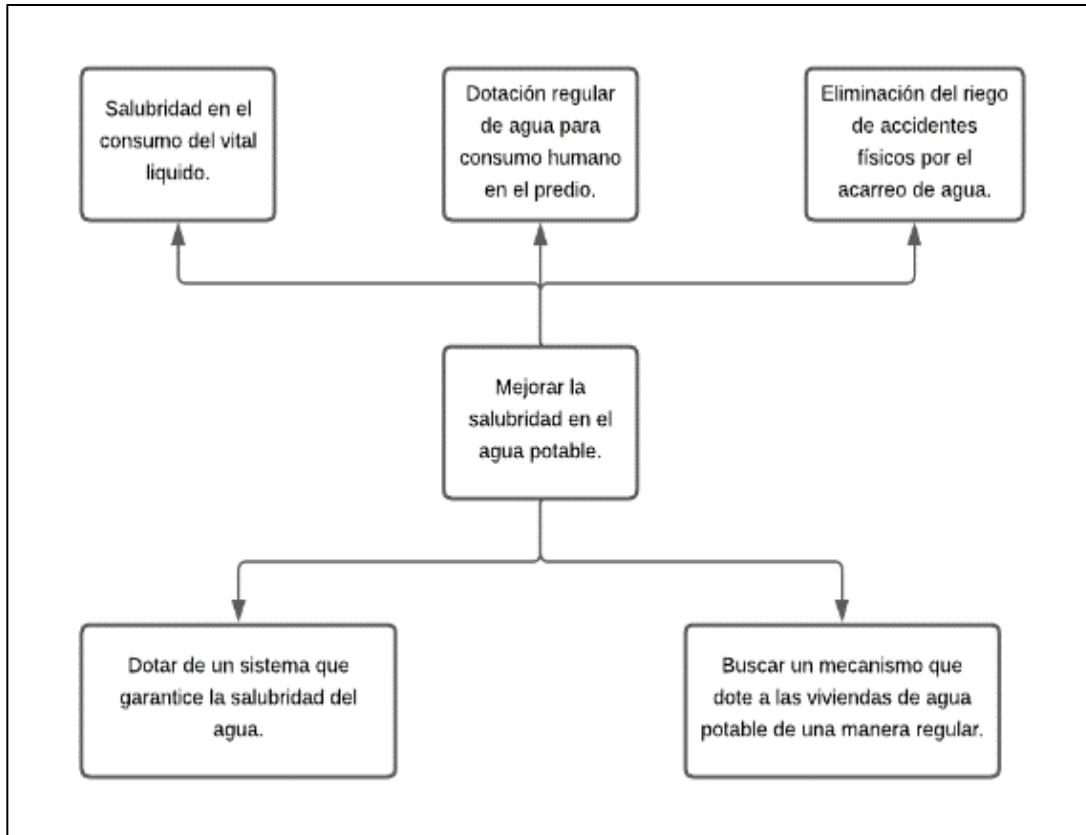
Dotar de una propuesta para el mejoramiento de los sistemas de bombeo y proveer de procedimientos para el aprovechamiento y aumentar el tiempo de vida útil, también una explotación racional de los recursos subterráneos.

Figura 1. **Árbol de problemas generados por la falta del servicio de agua potable municipal**



Fuente: elaboración propia, empleando LucidChart.

Figura 2. **Árbol de objetivos del trabajo desarrollado para la
Municipalidad de Escuintla**



Fuente: elaboración propia, empleando LucidChart.

1.3. Fase de investigación

A continuación, se describe la fase de investigación de este informe final de graduación.

1.3.1. Monografía del municipio de Escuintla

Escuintla proviene de la lengua náhuatl “Itzcuintlán” que significa “lugar donde abundan los perros”. El municipio es la cabecera del departamento de Escuintla ubicado al sur del departamento de Guatemala.

Su fiesta titular se celebra del 6 al 9 de diciembre, en honor a la Purísima Concepción de María. Su fundación como municipio fue el 22 de agosto de 1835. Luego de la Independencia de Centroamérica en 1821, fue uno de los primeros municipios del Estado de Guatemala, cuando este fue formalmente establecido en 1825, y también fue sede del circuito homónimo en el distrito N. 02 (Escuintla) para la impartición de justicia por medio de juicios de jurados.²

1.3.2. Ubicación

El municipio se ubica al norte del departamento y cuenta con una altitud de 364,91 msnm. Tiene una extensión territorial de 332 km², ocupa el 12,97 % del territorio del departamento y se localiza a una distancia de 58 kilómetros desde la ciudad capital. Sus coordenadas geográficas son: latitud norte 14° 18'03" y longitud oeste 90°47'08".

Sus colindancias son: al norte con Yepocapa, municipio de Chimaltenango y Alotenango, municipio de Sacatepéquez; al sur con Masagua, municipio de Escuintla; al este con Palín, San Vicente Pacaya y Guanagazapa, municipios de Escuintla; y al oeste con La Democracia, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa, municipios de Escuintla.

El municipio de Escuintla, junto a los municipios de Iztapa, San José y Guanagazapa constituyen la Mancomunidad Sureña para el Desarrollo Integral MASUR. En conjunto, la mancomunidad ocupa una extensión territorial de 1 058,83 km² (105,883.96 hectáreas).³

1.3.3. Aspectos geográficos

El municipio de Escuintla se caracteriza por ser de clima Monzónico o Subecuatorial (Clasificación de Köppen: Am), y por su posición geográfica, su territorio es relativamente llano. Esto hace que la humedad que proviene de los vientos alisios del este en la temporada de lluvias, más la humedad que se forma por las temperaturas altas que se registren durante el día, hace que la misma se acumule en grandes proporciones, por lo tanto, las precipitaciones son una de las más altas del país, ya que supera los 2 500 mm anuales. En cuanto a la duración del invierno, es uno de los municipios del país en que la temporada de lluvias es más extensa

² Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 15.

³ *Ibíd.*

(inicia a finales de abril y finaliza a finales de noviembre). Los meses en donde se registran los acumulados de precipitaciones más altos son en junio y septiembre.

Las faldas del volcán de Fuego y de Agua, son zonas que tiene un potencial alto en cuanto a la densidad de fuentes de agua mineral y producción de agua para consumo, tal es el caso de la finca Monte María, donde se produce y se embotella el agua pura Xajanal. Entonces esta zona de producción de manantiales de agua bajo explotación económica, además de cumplir con una funcionalidad ecológica a generar el agua para consumo humano, puede llegar a conformar un motor económico para el municipio si se fomenta adecuadamente y de manera sostenible.

Las cuencas hidrográficas del municipio forman parte de la vertiente del Pacífico y que lo conforman 5 cuencas importantes en todo el departamento: María Linda, Achiguate, Acomé, Coyolate y Madre Vieja. De éstos, tienen recorrido por el municipio de Escuintla: Achiguate, María Linda, Asuchillo, Guacalate, Michatoya, Naranjo.

De acuerdo con el diagnóstico elaborado por Fundaeco, la percepción ciudadana acerca del recurso hídrico en el municipio de Escuintla es que todos los ríos o la mayor parte de ellos, en la parte alta del municipio (norte, en las faldas de los volcanes) presentan buenas condiciones, manantiales de alta calidad inclusive para su embotellamiento, y que al descender cuenca abajo y pasar por el casco urbano (centro del municipio), presentan una alta degradación ambiental a causa de la descarga desechos líquidos y la acumulación de desechos sólidos. En el caso del río Guacalate, que nace en Chimaltenango, desciende hasta el océano pacífico y este parte el municipio de Escuintla en dos. Éste ya presenta condiciones de asolvamiento, sólidos disueltos y contaminación producto de las descargas de los municipios que atraviesa, a todo lo largo del departamento de Sacatepéquez.

Por otra parte, el Salto es un área de importancia ecológica por los remanentes de bosques naturales aún presentes en el área y la producción de agua debido a la riqueza de los recursos hídricos. El área ha sido destinada últimamente para eventos de mucha concurrencia, además de que presenta altos índices delincuenciales. Esta ruta, que conduce a la Granja Penal Canadá, donde se ubican las comunidades de Chapernas, Nuevo San Carlos I y II, Granja Los Olivos, es una zona roja, por presentar altos índices de delincuencia, producto de la ocupación de áreas por la población relacionada a los privados de libertad.

Un aspecto de gran relevancia que caracteriza el municipio de Escuintla es la alta amenaza y vulnerabilidad a las erupciones de volcanes como el Pacaya y volcán de Fuego. Las erupciones volcánicas son explosiones o emanaciones de lava, ceniza y gases tóxicos desde el interior de latierra a través de los volcanes. Éstas pueden ser devastadoras para la población ya que producen desde sismos, deslizamientos de tierra, incendios, caída de ceniza, lahares. Todo ello puede dañar cultivos, infraestructura, contaminación de las fuentes de recarga hídrica, pérdidas de vidas humanas, flora y fauna.

Dentro de las áreas de alto riesgo en el municipio por erupciones, principalmente del Volcán de Fuego, se pueden citar: San Miguel Los Lotes, La Trinidad, El Rodeo, La Reina, Finca Toledo.

El municipio es atravesado de norte a sur por la carretera Interoceánica CA-9 que del puerto en el Pacífico, San José, va a Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla en el golfo de Honduras, mar Caribe; la carretera que de la frontera de México llega a enlazar con el sistema vial de El Salvador y que se conoce como Internacional del Pacífico CA-2, así como con otras rutas nacionales, departamentales y municipales que unen a la cabecera, sus poblados y propiedades rurales con los municipios vecinos. La vía férrea atraviesa el municipio y en jurisdicción municipal de Masagua, en la estación denominada Santa María, parte un ramal hacia el sur a San José y otro con rumbo aproximado oeste hasta ciudad Tecún Umán o sea la cabecera municipal de Ayutla en el departamento de San Marcos, en su frontera con México⁶. Las principales vías terrestres son: CA2-Oriente, CA2-Occidente, CA9-Sur, CA9-Sur "A", Ruta Nacional 10, Ruta Nacional 11, Ruta Nacional 14, Ruta Departamental (RD) ESC-1, RD ESC-2, RD ESC-3, RD ESC-5, RD ESC-6, RD ESC-7, RD ESC-9, RD ESC-10, RD ESC-11, RD ESC-12, RD ESC-13, RD ESC-16, RD ESC-17, RD ESC-18, RD ESC-19, RD ESC-21, RD ESC-23, RD ESC-24, RD ESC-24 "A", RD ESC-25, RD ESC-26, RD ESC-27, RD ESC-28, RD ESC-29, RD ESC-32, RD ESC-34, RD ESC-35, RD ESC-38, RD ESC-40, RD ESC-42, RD ESC-43, RD ESC-44, Caminos Rurales (CR) ESC-1, CR ESC-2, CR ESC-3.

El municipio se encuentra ubicado a una distancia de 59 km sobre carretera. El centro poblado con mayor distancia a nivel interno es la aldea Florido Aceituno, en la que se puede encontrar unos 35 km de pavimento y 40 km de terracería. Sobre pavimento se recorre en vehículo desde la cabecera en unos 30 minutos y 50 minutos sobre terracería desde la cabecera municipal. Las movilidades internas son mayoritariamente sobre vehículos de cuatro y dos ruedas.⁴

1.3.4. Demografía

La población registrada en el PDM-OT vigente, tomando como base las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en el 2011, fue de 114 800 habitantes, de los cuales 72 941 (50,38 %), eran mujeres y 71 849 (49,62 %), hombres.

Según datos obtenidos del censo de población del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2018 la población del municipio de Escuintla es de 156 313 personas, de ellos 78 365 son hombres y 77 948 mujeres.

⁴ Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 17-19.

La densidad de población del municipio es de 465 habitantes por kilómetro cuadrado, considerando que la extensión territorial es de 336 km². De acuerdo con el censo de población elaborado en el 2002, la población de Escuintla se concentraba mayoritariamente en el área rural. Sin embargo, en el censo de población y vivienda del INE 2018, la población se concentra 100 % en área urbana.

Este resultado ha sido analizado por los miembros de la Mesa Técnica Municipal y actores claves que participaron en los diferentes espacios participativos (reuniones y entrevistas), concluyendo que en el municipio se puede encontrar población que habita en área rural, considerando algunos criterios, tales como: población dispersa, escaso equipamiento, débil y escasa conectividad, escasos servicios públicos (educación, salud, seguridad, entre otros) y escasas dinámicas económicas. Algunas de estas poblaciones habitan en todo el territorio, estimando un porcentaje del 8 % de acuerdo con los registros catastrales que tiene la Corporación Municipal.

De acuerdo con el PDM vigente, la población migrante de Escuintla ascendía a 5 814 personas en el 2008, motivados principalmente por razones laborales y educativas. El principal destino de quienes decidían migrar era la capital y Estados Unidos, sumado el período de zafra (corte y procesamiento de la caña de azúcar), por la contratación de fuerza laboral en los ingenios aledaños que hacía que existiera una dinámica de movilidad social muy fuerte durante los períodos específicos de ésta.

Del proceso diagnóstico del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), desarrollado por Fundaeco en el 2019, se menciona que el municipio de Escuintla ha estado vinculado siempre al desarrollo nacional, tanto a la producción agrícola-agroindustrial, la lógica de puerto y la relación con el área metropolitana

de la Ciudad de Guatemala. Escuintla como municipio, se dotó con algunas infraestructuras estratégicas en cada etapa del desarrollo nacional, por ejemplo, la central de ferrocarriles y posteriormente con la autopista. Estos elementos han llevado a conformar una aglomeración de personas importante en la Costa Sur del país, atrayendo personas, empresas, industrias, mano de obra, entre otros que esperan entrar oportunidades en el municipio y la región.

El XII Censo de población indica que de la Población Económicamente Activa (PEA) escuintleca el 81,64 % tiene su lugar de trabajo en el mismo municipio, 13,93 % no declaró donde, 4,73 % en otro municipio y 0,06 % en otro país. Este porcentaje de movilidad laboral puede identificar que la migración hacia fuera de los habitantes del municipio es baja y la migración hacia el municipio es mayor debido a la movilidad laboral antes mencionada.

1.3.5. Agua y saneamiento

El agua es un elemento indispensable y fundamental para la vida, se le concibe como una necesidad humana básica. Por lo tanto, el agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía y la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. A pesar de la importancia del agua, no todas las personas tienen acceso a dicho recurso y el municipio de Escuintla no es excepción.

En el PDM 2011-2025 se mencionaba que el municipio de Escuintla tenía un total de 95 % de viviendas en el sector urbano con acceso a agua intra domiciliar y un 91,52 % en el área rural. Para un total de 93,82 % de cobertura en todo el municipio.

Según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018, el 68 % de hogares tienen un servicio de agua directo en sus viviendas. En la siguiente tabla, se detalla el tipo de servicio de agua que tiene la población del municipio de acuerdo con el Censo INE 2018.

Tabla I. **Número de hogares censados**

Número de Hogares censados		39,403
Fuente principal de agua para consumo	Número de hogares	%
Tubería en la vivienda	26,915	68 %
Tubería fuera de la vivienda	1,836	0.05 %
Chorro público	1,182	0.03 %
Pozo perforado	7,742	2 %
Agua de lluvia	58	0.0014 %
Río o lago	153	0.004 %
Manantial o nacimiento	801	0.02 %
Camión o tonel	447	0.01 %
Otro	269	0.007 %

Fuente: Censo INE, 2018

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 7.

Considerando que el municipio se define como urbano, existe una brecha significativa de hogares que no reciben un servicio eficiente de agua. Según datos del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), en el Índice socio ecológico del municipio de Escuintla, la demanda diaria de agua en el municipio de Escuintla es de 39 938,58 metros cúbicos por día para todo el municipio, aproximadamente 230 litros por habitante.

Conforme a datos facilitados por el departamento de agua y saneamiento de la municipalidad de Escuintla, la cobertura de agua potable en el área urbana, servicio facilitado principalmente por la municipalidad, es del 90 %. En el área

rural se tiene una cobertura aproximada del 95 %, siendo prestado por los Cocodes o servicio privado (al ser facilitado por administración de condominios). Un promedio general de cobertura de 92,5 % a nivel municipio.

Con relación a la cobertura de servicios de saneamiento, en el PDM se menciona que el municipio contaba con un 95 % de viviendas que tenían letrina o inodoro en el área urbana. En el área rural el porcentaje era de 91,51 %. Un promedio general de 93,82 %.

De acuerdo con Censo 2018, el total de cobertura del servicio sanitario se describe en la siguiente tabla.

Tabla II. Número y porcentaje de hogares conectados a servicio sanitario municipio de Escuintla, Escuintla

Número de Hogares censados		39,403
Tipo de servicio sanitario	Número de hogares	%
Inodoro conectado a red	33,277	84 %
Inodoro conectado a fosa	1,827	0.05 %
Excusado lavable	1,764	0.04 %
Letrina o pozo ciego	2,162	0.05 %
No tiene	373	0.009 %

Fuente: Censo INE, 2018

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 7.

De acuerdo con información facilitada por la municipalidad, para 2018, un 80 % de las viviendas cuentan con letrina u otro servicio sanitario a nivel general del municipio. El porcentaje de hogares conectados a una red de alcantarillado sanitario es de 90 % en el área urbana y un 50 % en el área rural. Para un promedio general del municipio de 70 %. Cabe mencionar que el sistema de

disposición de excretas como las letrinas, si no son ubicadas y construidas adecuadamente, pueden generar contaminación del suelo, agua y alimentos, con incidencia en el incremento de enfermedades gastrointestinales y la elevación de los índices de morbilidad y mortalidad de la población; será importante el seguimiento a los lugares donde aún no se cuenta con dicho servicio.

Con datos facilitados por la Unidad de Gestión Ambiental (UGAM), de la municipalidad, existen en el municipio 23 sistemas de tratamiento de aguas residuales, de estos únicamente están funcionando 9. No obstante, ninguno de los existentes se encuentra conectados a los sistemas existentes de drenajes y alcantarillados. Algunos de éstos se encuentran ubicados en residenciales privadas.

Según la dirección de Servicios Públicos de la municipalidad de Escuintla se refirió que, con relación al manejo de los desechos sólidos, el municipio de Escuintla ha sufrido el problema de la basura debido a los deficientes sistemas de recolección. El servicio de recolección es prestado por una empresa privada, el servicio abarca tres sectores que cubren la totalidad del casco urbano incluyendo los mercados, pero el servicio no abarca las áreas rurales por la lejanía y el limitado acceso. La mayoría de los hogares del casco urbano utilizan el servicio privado de extracción de basura, una cantidad menor no utiliza estos servicios.

Conforme al registro del Censo de población INE, 2018, la cobertura del servicio de desechos sólidos es del 66 % (47 % cobertura municipal y un 19 % cobertura privada). El resto de la población no tiene el servicio (34 %). Del 34 % que no tienen la cobertura: 24 % la queman; 0,014 la entierran; 0,06 % la tiran en ríos, quebradas; 0,015 % la tiran a cualquier lugar; 0,004 reciclan; 0,004 le dan otro tratamiento.

El PDM registraba el servicio de basura únicamente en el sector urbano. De acuerdo con los datos facilitados por el Departamento de Agua y Saneamiento este dato persiste y se estima que existe un 12 % de cobertura en el área rural. Un promedio general de cobertura de 45 % en el municipio de acuerdo con los datos municipales.

Datos proporcionados por la UGAM indican que a septiembre del 2020 se identificaban en el municipio un total de 22 basureros clandestinos ante la falta de cobertura del servicio en todo el territorio y otros factores relacionados a educación ambiental; el que no exista un depósito o basurero que gestione y maneje adecuadamente los residuos sólidos.

Según información del IARNA sobre el gasto público municipal de Escuintla, solamente el 0,41 % se invierte en agua y saneamiento. Porcentaje considerado muy bajo comparando con el promedio nacional de 2,3 % del gasto municipal. En ambiente la municipalidad de Escuintla invierte el 0,18 % lo cual es muy bajo considerando la dependencia de la calidad de vida de las familias a las condiciones ecológica del municipio.

1.3.6. Energía eléctrica y telecomunicaciones

En el departamento de Escuintla, según estudios del Ministerio de Energía y Minas, existía para el año 2016, una cobertura de 186 096 viviendas, un total de 181 055 usuarios, para un total de cobertura eléctrica de 97,29 %. El servicio es prestado exclusivamente por el sector privado a través de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. -EEGSA. La empresa cuenta con una agencia de atención al cliente dentro del municipio de Escuintla y los pagos se realizan en bancos locales. Para el municipio de Escuintla, la cobertura eléctrica de acuerdo con el MEM en el 2016 la cobertura era del 99,98 %.

En el municipio de Escuintla la infraestructura telefónica es suministrada a través de las empresas: Telecomunicaciones de Guatemala, S.A. -TELGUA, S.A.- Comunicaciones Celulares, S.A. y Telefónica, S.A., quienes distribuyen el servicio en el Municipio. Siendo Comunicaciones Celulares, S.A., la empresa que tiene mayor demanda y cobertura. También tienen teléfonos comunitarios y acceso a internet, en el área rural se tiene la mayor demanda de teléfonos celulares. Asimismo, existe servicio de mensajería la cual es prestada por le empresa priva El Correo de Guatemala, S.A., mismos que ofrecen el servicio de mensajería, envíos y recepción de paquetes, encomiendas, cartas a nivel nacional e internacional y envío de telegramas. Igualmente existen empresas privadas que ofrecen servicio de cable e internet.

1.3.7. Transporte

En el PDM, la Municipalidad confirmó que la red vial comunica con la carretera Centroamericana CA-9 Sur que permite trasladarse de la ciudad capital al sur con el municipio de Escuintla, donde entronca la ruta nacional 14 a la altura de la autopista Palín- Escuintla. Asimismo, en el casco urbano se localizan las terminales de buses para el traslado de las personas a los diferentes municipios y con su vecino departamento Santa Rosa, Sacatepéquez y el sur de la República. El sistema de transporte está formado por funcionamiento del servicio urbano que cubre las rutas más importantes para las colonias del municipio, y el extraurbano, que cuenta la terminal del sur y la salida a Santa Lucía Cotzumalguapa (conocido como la garita).

1.3.8. Salud, educación y analfabetismo

En el PDM 2011-2025 se registraba la débil cobertura en el sistema de salud pública con relación al equipamiento e infraestructura, así como el personal. Se

contaba con un hospital, un centro de salud, cuatro puestos de salud, un hospital del Instituto de Seguridad Social (IGSS), doce hospitales privados, ciento trece clínicas privadas.

Por otra parte, Escuintla en este análisis llegaba a 8,2 profesionales por cada 10 000 habitantes, 1 un médico por cada 1 609 habitantes. El estándar de calidad que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), es un promedio de 24 profesionales de la salud (médicos y enfermeras profesionales) por cada 10 000 habitantes.

De acuerdo con datos facilitados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), en reunión de Mesa Técnica Municipal, el equipamiento público no ha variado a la fecha, y se tiene carencia de personal para atender la demanda. A continuación, se resume la infraestructura en salud al 2020.

Tabla III. **Infraestructura en salud municipio de Escuintla, Escuintla**

Tipo de infraestructura	Dato PDM 2011-2025	Dato PDM-OT 2020-2032
Hospitales privados	12	7
Hospital del IGSS	1	1
Puestos de Salud	4	4
Unidad Mínima	0	4
Centro de Salud Tipo B	1	1

Fuente: PDM 2011-2025; datos del MSPAS 2020

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 26.

Es necesario considerar que el municipio, por ser la cabecera departamental, también acuden personas de otros municipios para ser asistidos, y esta cifra puede variar debido a las necesidades de la población, lo que refleja la necesidad de ampliar el servicio con más personal calificado sin descuidar la

calidad de este, esto se debe a que la mayoría de los escuintlecos carecen de recursos económicos para adquirir los servicios médicos y medicamentos por la vía particular. Otra dificultad con relación a salud es la precaria infraestructura de los puestos de salud y centro de salud.

Con relación a educación, en el municipio se pueden encontrar los cuatro niveles: preprimaria, primaria, básico y diversificado. Asimismo, existe una oferta de educación superior a nivel público y privado.

A continuación, se presenta un resumen de las tasas netas de educación en sus cuatro niveles al 2019.

Tabla IV. **Tasa neta de educación, municipio de Escuintla**

Nivel	Preprimaria	Primaria	Básico	Diversificado
Porcentaje	67.15 %	86.74%	64.67 %	41.58 %

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 26.

El total de docentes registrados en el PDM para atender los cuatro niveles de educación (público y privada), era de 1 549 y 42 140 alumnos, para una relación de 27 alumnos por docente. De acuerdo con datos del MINEDUC al 2019, la relación de docente por alumno se describe en la siguiente tabla.

Tabla V. **Relación docente vs. alumnos, municipio de Escuintla**

Nivel	No. Docentes	No. Alumnos	Relación
Preprimaria	550	7,306	13
Primaria	1,120	22,410	20
Básico	765	10,319	13
Diversificado	670	6,357	9
TOTALES	3,133	46,919	15

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de Educación, Mineduc 2019

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 27.

1.3.9. Economía y empleo

De acuerdo con el PDM, las principales actividades económicas del municipio de Escuintla están basadas en las actividades agroindustriales y de servicios, donde uno de los pilares fundamentales es la agroindustria azucarera, esta brinda importantes fuentes de trabajo a la población en todos los procesos que involucra la producción de azúcar.

Otra fracción de la población se dedica a la producción de cultivos como mango, plátano, maíz, 7 frijol, y hortalizas que según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), los clasifica como productores de infra subsistencia, subsistencia excedentarios y comerciales.

En cuanto al sector industrial, es otro pilar importante dentro del municipio porque existen compañías como: fábricas de cartón y papel, refinadora de aceite, empresa de dulce Colombina, Cervecería del Sur y alimentos Maravilla, Duke Energy, procesamiento de alimento para animales de las empresas Areca y Alianza, entre otras empresas que proveen fuentes de trabajo para la población.

De acuerdo con el PDM 2011-2025 la Población Económicamente Activa (PEA), era de 70,17 % (28 867), hombres y 29,83 % (12,271), mujeres.

Conforme al Censo de Población y Vivienda (INE), 2018, la población total mayor a 15 años es de 111 622 (71 %). El PEA del municipio es de 59 952 (38 %), de la población total. De este total 56 405 (94 %), está ocupada; 2 607 (4 %), cesante; y 940 (2 %), aspirante. El total de población inactiva es de 51 670 (46 %), de la población mayor a 15 años. Lo que implica un incremento en la demanda del empleo y una mayor oferta de este en el corto y mediano plazo.

Según datos obtenidos del Prediagnóstico Territorial, para la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), elaborado por FUNDAECO, 2019 al 2020 el PEA por actividad económica en el municipio se describe en la siguiente tabla:

Tabla VI. **PEA por actividad económica municipio de Escuintla, Escuintla**

No.	Actividad Económica	Cantidad (Personas)
1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	33,694.00
2	Industrias manufactureras, explotación de minas y canteras y otras actividades industriales	12,160.00
3	Construcción	5,214.00
4	Comercio al por mayor y al por menor, transporte y almacenamiento, actividades de alojamiento y de servicio de comidas	26,667.00
5	Información y comunicación	590.00
6	Actividades financieras y de seguros	1,125.00
7	Actividades inmobiliarias	232.00
8	Actividades profesionales, científicas, técnicas, y de servicios administrativos y de apoyo	4,147.00

Continuación de la tabla VI.

No.	Actividad Económica	Cantidad (Personas)
9	Actividades de administración pública y defensa, de enseñanza, actividades de atención de la salud y de asistencia social	8,408.00
10	Otras actividades de servicios	6,237.00
Total		98,474.00

Fuente: Prediagnóstico Territorial para Ordenamiento Territorial, Fundaeco 2019 (basada en datos de la Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos (ENEI) del año 2018)

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 28.

1.3.10. Vivienda

De acuerdo con el PDM 2011-2025, el total de viviendas en el área urbana era de 18 650 (66,19 %), y 9 525 en el área rural (33,81 %), para un total de 28 175 viviendas.

El Censo de Población y Vivienda del INE, 2018 el total de viviendas del municipio es de 43 995 y un total de 39 403 hogares.

FUNDAECO en su Prediagnóstico realiza un análisis amplio sobre la situación de la vivienda en el municipio. Con la finalidad de establecer el déficit habitacional del municipio de Escuintla, se tomó como base la información contenida dentro del documento técnico denominado Actualización del Déficit Habitacional, el cual fue elaborado en el año 2013 y avalado por el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, que de conformidad a la Ley de Vivienda es el ente rector en materia habitacional.

La metodología analizada permitió proyectar el déficit habitacional del departamento de Escuintla en un periodo comprendido de dos años, para así poder ilustrar la problemática habitacional que afectará al municipio de Escuintla y alrededores. Para ello los datos obtenidos de la información de la ENEI 2018 se proyectaron con el factor de crecimiento departamental correspondiente a 2,42 puntos porcentuales.

1.3.11. Recurso hídrico

Desde el punto de vista hidrológico, el territorio de la República de Guatemala se divide en tres grandes vertientes, de acuerdo con el punto donde desembocan finalmente todos los ríos que atraviesan y/o nacen en el territorio nacional. Estas vertientes son: Vertiente del Pacífico, Vertiente del Atlántico y la Vertiente del Golfo de México. Estas tres Vertientes albergan 38 cuencas hidrográficas, distribuidas de la siguiente manera; 18 en la Vertiente del Pacífico, 10 en la Vertiente del Atlántico y 10 en la Vertiente del Golfo de México. Bajo este contexto y por su ubicación geográfica, aproximadamente 30 567,78 hectáreas (56 %) del área total del municipio de Escuintla, se encuentran ubicadas dentro de la parte alta/media de la cuenca del río Achiguate y unas 24 049,64 hectáreas (44 %) del área total del municipio se encuentran dentro de la parte alta/media de la cuenca del río María Linda, siendo parte de las cuencas que conforman la vertiente del Pacífico de Guatemala.

En el territorio existen manantiales, ríos y nacimientos de agua que representan riqueza natural para el municipio. El Río que baja al sitio conocido como El Salto, el río Marinala y toda la cuenca dentro del territorio del municipio de Escuintla, que cuenta con múltiples cascadas, bosques naturales y la riqueza con relación a los recursos hídricos que alimentan las hidroeléctricas que se ubican cuenca abajo es otro sitio importante con relación al aprovechamiento del recurso hídrico.

Por otra parte, el área de los complejos volcánicos Acatenango-Fuego y Agua, son una zona de alta recarga hídrica, por lo que las partes bajas (pie de monte) son zonas ricas en producción de agua por la gran cantidad de manantiales que se producen en el área (norte del municipio). Las faldas del Volcán de Fuego y de Agua, son zonas que tiene un potencial alto en cuanto a la densidad de Fuentes de Agua Mineral y producción de agua para consumo, tal es el caso de la finca Monte María, donde se produce y se embotella el agua pura Xajanal. Entonces esta zona de producción de manantiales de agua bajo explotación económica, además de cumplir con una funcionalidad ecológica a generar el agua para consumo humano, puede llegar a conformar un motor económico para el municipio si se fomenta adecuadamente y de manera sostenible.

En el área de Chapernas también se pueden encontrar manantiales y nacimientos de agua y se conforma como un área de atracción natural.

Su aprovechamiento también se debe realizar desde una perspectiva regional debido a las cuencas existentes en el departamento.⁵

1.3.12. Vías de acceso

Las carreteras son asfaltadas y se encuentran en buenas condiciones. A continuación, se describen las mismas: La Autopista Palín-Escuintla como CA-9 Sur recorre de norte a sur los municipios de San Vicente Pacaya, Palín, Masagua y Puerto Quetzal; CA-9 Sur, de Escuintla, Masagua y San José; CA-2 Or. se dirige por la parte oriental a Guanagazapa; CA-2 Occ. Conduce a la parte occidental con Siquinalá y la RN-14, accesa al norte de Escuintla con Alotenango.

Entre las vías de acceso de terracerías para ingresar al Municipio, está la Ruta Departamental ESC-26, que enlaza con CA-2 occidente con la RN 14; Ruta Departamental ESC-10 que dirige al Municipio con San Vicente Pacaya, Palín y Escuintla.

Los accesos a las diferentes aldeas, caseríos y demás comunidades son caminos de terracerías, se ven afectadas en época de invierno, entre estas están: 15 de Octubre – La Trinidad, Ceylán, Chuchu, Finca Magdalena, El Zapote y Aldea Guadalupe, localizadas en la carretera RN-14, que accesa al norte de Escuintla con Alotenango.

Las comunidades más distantes del casco urbano son las fincas: Los Ángeles, Ceilán y Chuchu.⁶

1.3.13. Puentes

Según el PDM-OT, el área urbana dispone de once puentes, que se encuentran en buenas condiciones: Michatoya, El Gavilán, Pabellón, Marroquín, L a Ferrocarrilera, La Popular, Dinamo, Mixtante 1 y 2, Gusmajate y Tulito.

En el área rural, solamente existe el puente Guacalate, en buen estado.

Según investigación de campo, se observó que el río Achiguate, carece de puente, lo cual afecta las comunidades: Finca Trinidad, Ceylán, Chuchu, Finca Magdalena, Finca El Zapote y Aldea Guadalupe, para el traslado de productos hacia los diferentes puntos de ventas.

⁵ Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 88.

⁶ *Ibíd.* p. 36.

El Municipio cuenta con dos pasos a desnivel, el primero conecta la carretera hacia Mazatenango y el otro que enlaza de la carretera antigua de Escuintla al Puerto de San José.⁷

Según información del Departamento de Planificación de la Municipalidad de Escuintla, informaron que los puentes son revisados cada año por la Unidad Ejecutora de Conservación vial COVIAL. Los puentes más vulnerables a inundaciones son: La Popular y la Ferrocarrilera.

1.3.14. Transporte

El transporte urbano, cuenta con nueve rutas, el valor del pasaje es de Q 2,00, está atendido por la Asociación de Transportistas Urbanos de Escuintla (ATRUDES), ubicada en colonia El Rodeo. Tiene personería jurídica, la cual ha logrado mejoras para los transportistas; cuentan con sistemas de seguridad que incluyen circuito cerrado de cámaras para control de unidades que circulan en el área urbana, el costo de este servicio se cubre con la cuota de los asociados y les garantiza seguridad en el municipio, la cuota establecida para cada integrante es de Q 500,00 al mes, que sirve para el mantenimiento y desarrollo de la entidad.

La población que se transporta hacia otros destinos fuera del Municipio dispone del servicio de transporte extraurbano de pasajeros, ubicados en la terminal de buses y además utilizan los que van de paso hacia otros departamentos, los precios oscilan de Q 1,00 a Q 60,00 de acuerdo a la distancia que recorran.

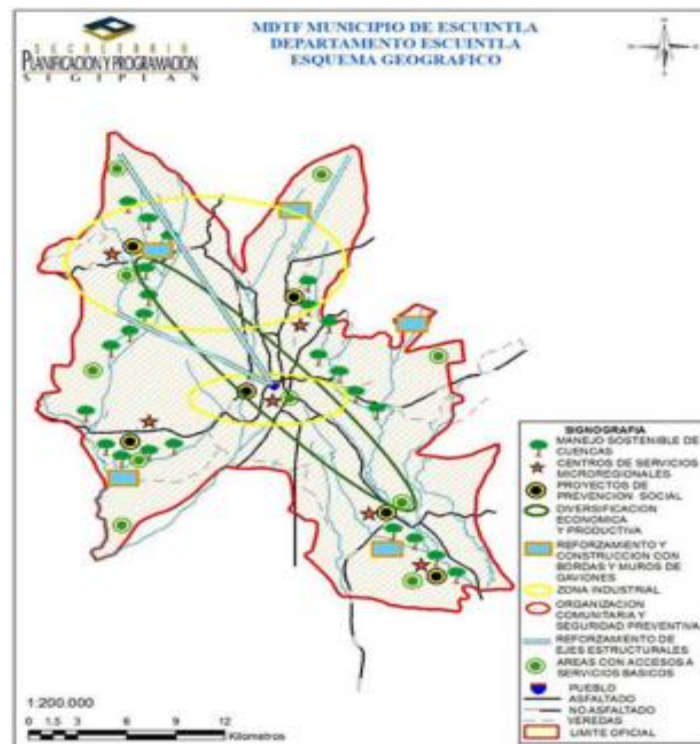
En el transporte a nivel productivo, utilizan *pick ups*, camiones, estos prestan servicio para el flujo comercial hacia el interior y exterior, se encuentran

⁷ Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 36.

a un costado del parque del Municipio, el valor del flete oscila entre Q 20,00 a Q 500,00 depende del volumen del producto y del lugar de destino. En la municipalidad de Escuintla se paga Q 30,00 mensual de arbitrio.

Los ingenios de caña de azúcar y fábricas aledañas al municipio utilizan transporte pesado a nivel nacional e internacional, tanto para el traslado de productos terminados como para el ingreso de materias primas, materiales y maquinaria necesaria para la producción, que puede ser propio o rentado. El precio lo determina el volumen y destino de la carga.

Figura 3. **Esquema geográfico del municipio departamento de Escuintla**



Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 7.

Tabla VII. Lugares poblados por cuadrante municipio de Escuintla, Escuintla

CUADRANTE 1		
1. Colonia San Pedro	17. Barrio Lourdes (revisar si se refiere Colonia)	33. Colonia La Estrella
2. Colonia El Pito	18. Colonia Itzucintlán	34. Prados de la Costa
3. La Isla (San Pedro El Pito)	19. Colonia Palmeras del Norte	35. Hacienda Concepción
4. Hunapú	20. Colonia Modelo I	36. Alamedas de Modelo
5. Magnolias	21. Colonia Modelo II	37. Las Palmas (Chácaras)
6. Cañaveral 1 (conocido como Cañaveral 1)	22. Colonia La Popular	38. Alamedas de Conacaste
7. Cañaveral 4 (conocido como Cañaveral 2)	23. Colonia La Independencia	39. El Maestro
8. Colonia Quetzal	24. Colonia El Ferrocarrilero	40. Comunidad Agraria La Rochela
9. Condado Santa Esmeralda	25. Prados de San José	41. San Miguel los Lotes (La Dignidad)
10. Comunidad Agraria San Felipe	26. Comunidad San Antonio Calvillo	42. El Barrio (La Dignidad)
11. Aldea El Rodeo	27. La Unión Maya	43. Comunidad Agraria La Trinidad (La Dignidad)
12. Santa Rosa, El Rodeo	28. Caserío San Felipe	44. Comunidad Agraria Don Pancho (La Dignidad)
13. Comunidad Agraria La Reina	29. Comunidad Agraria Chuchú	45. El Rancho (La Dignidad)
14. Caserío Santa Marta	30. Comunidad Agraria San Andrés Osuna	46. Comunidad Agraria El Tabacal (Maya Quiché)
15. Comunidad Agraria Guadalupe el Zapote	31. Comunidad Agraria Ceylan	
16. El Cajón (La Dignidad)	32. El Socorro (La Dignidad)	
CUADRANTE 2		
1. Costabella	12. Colonia Cañadas de Guatelinda	23. Vista Hermosa
2. Colonia El Paraíso	13. San Cristóbal	24. Fraccionamiento San Matías
3. Colonia Agua Vivas	14. Palma de Oro	25. Albanova
4. Colonia Golondrinas	15. Las Palmas	26. Residencial Los Prados
5. Microparcelamiento el Carmen	16. El Pabellón	27. Costa Paraíso
6. Colonia Prados del Carmen	17. Vistas de Cecilia	28. Cascada II
7. Colonia San Luis El Salto	18. Altos de Premier	29. Quintas Aguas Vivas
8. Colonia El Mango	19. Condado San Miguel	30. Lotificación Quintas Las Pascuas
9. Colonia Torola	20. Residencial Las Golondrinas	31. Lotificación Bosque Paraíso
10. Residenciales El Valle	21. Colonia Arcoiris	32. Cascada I
11. Residenciales La Cascada III	22. Colonia Carmelita	33. Villas del Sol

Continuación de la tabla VII.

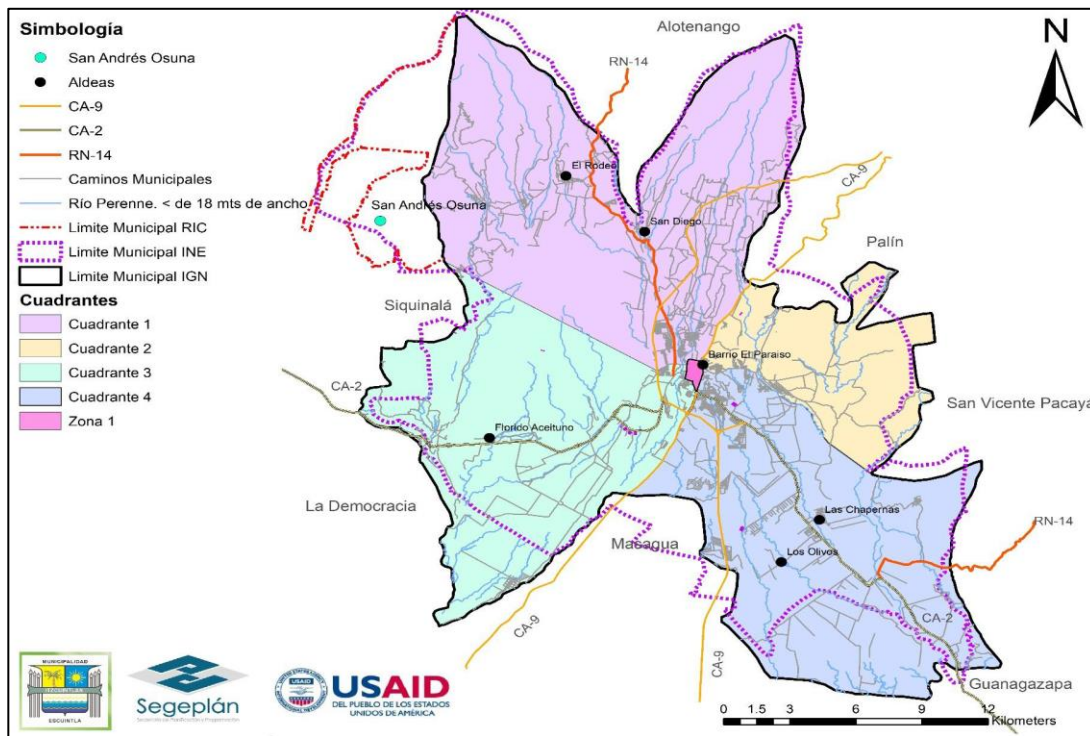
CUADRANTE 3		
1.El Esfuerzo I	12.Colonia Sicilia III	23.Caserío El Peñón
2.La Oportunidad	13.Vesubio	24.Colonia La Paz (Terminal del Sur)
3.La Industria	14.Asentamiento Palmeras del Sur	25.Callejón Sagrado Corazón (Zona 4)
4.Naranjales	15.Caserío Chico Cimarrón	26.Finca San Luis Urruela
5.Colonia Sicilia II	16.La Ceiba	27.Palmares
6.San Fernando De La Costa	17.Bosque Paraíso	28.Colonia El Progreso
7.Condominio San Fernando	18.Condominio Málaga	29.Anexo El Progreso
8.Colonia La Ceiba de Oro	19.Cañadas de Buena Vista	30.Ciudad Palmares
9.Colonia la Industria	20.Lotificación Colinas de Andalucía	31.Lotificación Quintas Belhorizonte
10.Colonia Palmeras del Sur	21.Lotificación Castillo del Bosque	32.El Esfuerzo II
11.Sector Raguay	22.Aldea Florido Aceituno	33.Colonia La Oportunidad

CUADRANTE 4		
1.Colonia El Edén	23.Colonia Las Brisas de La Estancia	44.Solares del Campo
2.Los Portales	24.Colonia Marsella	45.Caserío Las Arecas
3.Santa Clara	25.Finca Torolita	46.Bosque Florido
4.Colonia Las Brisas	26.Caserío El Recuerdo	47.Vista Al Mar
5.Sebastopol	27.Puente Palo	48.Colonia Las Acacias
6.Rosalinda	28.Asentamiento Guatelinda	49.La Riviera
7.El Recreo	29.Barrio San Miguel	50.Pacific Garden
8.San Felipe	30.El Porvenir	51.Colinas de Mauricio
9.Colonia Madrid	31.Colonia Santa Marta	52.Campo Real
10.Residenciales San Carlos	32.Condominio Carmela /Carmelitas	53.Palma Real
11.Colonia Moterrey 1	33.Palo Blanco	54.Residenciales Andaluz
12.Sicilia 1	34.Residenciales Royal Hill	55.Cantón Los Voladores
13.Colonia Monterrey 2	35.Lotificación Quintas Casas de Campo	56.Agua Blanca
14.Lotificación La Rotonda	36.Lotificación Villas Club Riosul	57.Prados del Río
15.Residenciales Ciudad de las Palmas (Las Quintas)	37.Asentamiento Anexo Madrid	58.Prados de San Jorge
16.Lotificación Villas Club San Joaquín	38.Asentamiento La Primavera	59.Aldea Chapernas
17.Jerusalem	Villas Esmeralda	60.San Antonio Chapernas
18.Condominio Villas del Ángel	39.San Carlos Canadá II	61.Santa Rosa Chapernas
19.San Carlos Canadá I	40.Lotificación San Gabriel	62.Aldea Los Olivos
20.Villas de Chapernas	41.Lotificación Quintas Club El Manantial	63.Microparcelamiento La Esperanza
21.Quintas de Vallarta	42.Jacarandas I	64.Premier
22.Morela	43.Jacarandas II	65.La Estancia

Zona 1		
1.Área Urbana Zona 1	3.Asentamiento Fegua	5.Colonia Centroamérica
2.Lotificación Zoesna	4.San Miguel	

Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 37 - 39.

Figura 4. **Diferencias limítrofes del municipio de Escuintla, Escuintla**



Fuente: Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. p. 7.

En la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala existen estudios preliminares enfocados hacia los enfermos celíacos, tal es el caso de la tesis del proceso de fabricación de harina de coco (*Cocos nucifera*), para la obtención de un producto de panificación para personas celíacas.

Estudios diversos se han realizado además para la identificación de las características que aporta el maíz en la fabricación de cerveza, por Nicolás de León en su trabajo de graduación análisis de las propiedades fisicoquímicas que

aporta el maíz negro (*Zea mays* L.), en la elaboración de cerveza a tres diferentes temperaturas de fermentación.

En la universidad Zamorano en Honduras se aprobó el trabajo de graduación del desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja, para la Facultad de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, por Gustavo Mencia y Ricardo Pérez, utilizando en ambos casos el maíz como granos adjuntos.

Guillame Ore en el 2016, publicó su artículo *Design and production of maize beer*, este especifica un proceso macro para la creación de una cerveza fabricada de maíz y algunas eficiencias del proceso para la revista de Ingeniería Química de la Universidad Ural en Rusia; también la universidad UAM en México posee estudios sobre cerveza artesanal con propiedades antioxidantes, utilizando maíz rojo y azul en este aclara la importancia de los grados de tueste para la aceptación de las cervezas con malta de maíz.

Las reducción de costos al utilizar maíz como grano adjunto se ha hecho muy popular en el mundo, demostrado por trabajos como el de Rogério Baillya y Silvérico Silva, en el 2014 en su artículo científico *An economically viable way to produce beer from the maize malt* y en Perú con el trabajo de graduación Tecnología para la elaboración de una cerveza Artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (*Hordeum vulgare*), por guiñapo de maíz morado (*Zea mays*), por las ingenieras Ruth Machaca y Yessenia Atencio.

Las características propias de los granos de maíz han sido ampliamente estudiadas a través de la historia como es el caso del trabajo de graduación Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays* L), obtenido por diferentes métodos de aislamiento del instituto de ciencias básicas

e ingeniería de la UNAM en México del 2008, y características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis por Edith Agama y Erika Juárez en 2012.

2. ANALISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A CARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto lleva por nombre el siguiente: análisis de las condiciones actuales y propuesta para el mejoramiento de los sistemas de bombeo de agua potable a cargo de la municipalidad de Escuintla.

- **Demanda**

Según los datos proporcionados por la Dirección de Catastro en conjunto con la Dirección de Aguas y Drenajes, la población actual beneficiada directa e indirectamente con el proyecto son los 128 226 habitantes del casco urbano, directa o indirectamente.

- **Oferta**

Según la información proporcionada por la Dirección de Aguas y Drenajes, el proyecto busca mejorar las condiciones actuales del servicio de agua potable y optimizarlo de tal manera que el tiempo de vida útil se extienda.

2.2. Componente del sistema de agua potable

- Nacimientos

Un manantial o nacimiento es una fuente natural de agua que brota ya sea de la tierra o entre las rocas y son originados por factores como la infiltración del agua que penetra en una zona y emerge en otra zona de menor altitud y dependiendo de factores como la frecuencia de infiltración, permeabilidad del suelo, la presencia que un acuífero que recargue el nacimiento, entre otros, estos pueden ser como permanentes (perennes) o artesanos. (Blog Fibras y Normas S.A.S).

- Pozos mecánicos

Según la Dirección de Aguas y Drenajes de la municipalidad de Escuintla, son unidades generadoras de agua potable que consisten en la perforación vertical de diferentes diámetros (dependiendo de la profundidad y expectativas de generación), tienen forma cilíndrica, espacio anular relleno de grava de ¼", ademe de acero al carbón o Poli Cloruro de Vinilo, la tubería de ademe consta con una sección lisa y otra ranurada. La tubería ranurada permite el ingreso de flujo para luego ser impulsado al punto de entrega del caudal.

En cuanto al proceso, Isaías Castillo, Gerente General de Pozos y Servicios, describe el proceso de la siguiente manera:

- Estudio hidro geológico para la determinación del punto más probable donde pueda encontrarse mantos acuíferos para ser explotado.

- Definición del método de perforación a utilizar.
- Percusión, cuando los estratos geológicos no presentan dureza extrema, no necesita de lodos de perforación muy elaborados.
- Rotativo, cuando el proceso que se busca desarrollar mantendrá mayor estabilidad y la profundidad será mayor a quinientos pies de profundidad. Pueden utilizarse polímeros para estabilización de paredes y que generen espuma o lodos de perforación de bentonitas a base sódicas como cálcicas.
- En caso de utilizar lodos para perforación, es necesaria la excavación de una fosa para preparación y circulación de los mismos. Es necesario el control de la calidad de los lodos de perforación para evitar el colapso de las paredes y posible taponamiento en los efluentes.
- Luego de recolectar muestras estratigráficas a cada 10 pies (estas se recolectan en el canal de decantación).
- Diseño de la distribución de rejillas y tubería lisa.
- Al finalizar el proceso de entubamiento se instala el filtro de grava (de 1/4") mientras se recircula el pozo.
- Se realiza una prueba de bombeo que puede ser constante o escalonada para la determinación de niveles estático, dinámico, esto con la finalidad de establecer cual es caudal óptimo.

- Construcción de sello sanitario para evitar contaminación del pozo. Consiste en la construcción de un sello conformado por la fundición de concreto de una profundidad razonable en el espacio anular.
- Tanque de almacenamiento

El tanque de distribución tiene como objetivo mantener el buen funcionamiento hidráulico y un servicio eficiente.

Para el diseño del tanque de distribución debe considerarse su capacidad, estar en función del caudal y de las variaciones horarias. Su ubicación debe ser apta para que el agua pueda llegar a todos los puntos de la red. El tanque puede ser enterrado o semienterrado, puede construirse de concreto armado, mampostería y de metal. Los tanques enterrados deben estar a menos de 50 % de la altura sobre la rasante, el área donde se localicen deberá aislarse mediante cerco para evitar la entrada de personas o animales, o ser usada para disposición de desechos. El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático, en caso de ser necesario debe instalarse un sistema de drenaje adecuado para las aguas de infiltración.

Los tanques semienterrados son los más usados, ya que estos permiten que las estructuras sean más livianas y el terreno alrededor del tanque absorba parte del empuje de la tierra; además, debe localizarse a una distancia mínima horizontal de 30 metros respecto a cualquier posible fuente de contaminación.

Se toma en cuenta que, si no es posible realizar algún estudio de demanda, hay que recurrir a las normas que utiliza UNEPAR. El volumen de diseño en sistemas por gravedad estará entre 25 % y 40 % del caudal medio.⁸

- Según la Dirección de Aguas y Drenajes de la Municipalidad de Escuintla, los tanques que se encuentran como parte del sistema actual son de mampostería y su función es concentrar los caudales para luego ser distribuidos a las diferentes áreas de consumo.

⁸ CASTILLO DE LEÓN, Ericka Alexandra. *Diseño de agua potable para el caserío Ixiguán, aldea Ajal y diseño de pavimentación para la aldea el Boquerón de la carretera Interamericana hacia la garita de Insul, San Pedro Necta, Huehuetenango*. p. 28.

- Líneas de distribución

Según la información proveída por la Dirección de Aguas y Drenajes de la Municipalidad de Escuintla, las líneas que se utilizan actualmente tienen más de 20 años de ser utilizadas y no se han modificado ni optimizado para la necesidad existente, la mayoría son de PVC, HG y algunas de advesto-cemento.

- Redes de distribución

La dirección de Aguas y Drenajes de la Municipalidad de Escuintla está consciente que necesitan ser modificadas para que sean funcionales para la satisfacción de la necesidad actual, adicionalmente daría la opción de evitar conexiones ilícitas, que están fuera de control del departamento de aguas municipal.

2.3. Descripción del sistema actual

Según la información de la Dirección de Aguas y Drenajes de la Municipalidad de Escuintla, a pesar de no contar con datos históricos, han notado un decremento de los caudales en los pozos que abastecían el municipio, esto debido a la falta de cobertura para la satisfacción de las necesidades que vienen desde hace más de treinta años, inició con el proceso de modificación del sistema de tal manera que, se agregaron nuevas fuentes utilizando las líneas de conducción existentes, en algunos casos, sin modificar diámetros o materiales esto genera una mayor pérdida de energía durante el transporte del fluido.

Se cuentan con las siguientes fuentes de abastecimiento las cuales son conducidas a tanques de almacenamiento, desde donde se distribuye a las diferentes áreas habitadas del municipio de Escuintla.

Tabla VIII. **Fuentes de abastecimiento municipales, según el Departamento de Agua de la Municipalidad de Escuintla**

CODIGO	NOMBRE / DIRECCION	CAUDAL APROX. L/S	CAUDAL APROX. G/M
TC.01	NACIMIENTO SAN LUIS BUENA VISTA, KM 50 ruta antigua a Palín	60,00	951,12
TC.02	NACIMIENTO SAN LUIS AQUA PARK (Planta de Tratamiento) KM 52 ruta antigua a Palín	50,00	792,60
TMN.01	NACIMIENTO SAN JOSE ruta ingenio San Diego	35,00	554,82
TA.01	NACIMIENTO AGUAS VIVAS Col. Aguas Vivas Zona 3	16,22	257,12
TA.02	NACIMIENTO SEBASTOPOL 1ra. Calle 5ta. Av. 1-34 zona 3 Col. Sebastopol	0,53	8,40
TA.03	POZO SEBASTOPOL N.1 6ta. Av. 2da. Calle lote 228 col. Sebastopol zona 3	9,46	149,96
TA.04	POZO SEBASTOPOL N.2 5ta calle a un costado casa del deportista zona 3 Sebastopol.	8,83	139,97
TA.05	POZO LAS BRISAS 5ta. Calle "A" lote 107 las brisas de Sebastopol zona 3	6,30	99,87
TJ.01	POZO JACARANDAS II 2da av. sector "F" zona 3	0,66	10,46
CM.01	POZO EL QUETZAL 1ra calle 3-88 zona 2	6,30	99,87
TSM.01	POZO SANTA MARTA KM 53 ruta antigua a Palín	22,07	349,85
TPN.01	POZO CALVILLO N. 1 KM 53 ruta antigua a Palín	25,23	399,95
TC.03	POZO CALVILLO N. 2 KM 53 ruta antigua a Palín a un costado de campo complejo deportivo.	44,15	699,87
TC.04	POZO CALVILLO N. 3 KM 53 ruta antigua a Palín a un costado del complejo deportivo	75,70	1200,00
TPR.01	POZO PRADOS DEL RIO 1ra calle lote 2 col. Prados del Rio zona 3	2,52	39,95
TMS.01	DERIVACIÓN LINEA INDE (proveniente de nacimiento Monte María) enfrente de tanque Muzunga Sur	12,00	190,22
CAB.01	POZO AGUA BLANCA Colonia Agua Blanca los voladores	4,41	69,91
TC.05	POZO LA CEIBA (área de tanque y planta de tratamiento pozo la ceiba)	25,23	400,00
TC.06	POZO LA ESTACIA	16,40	259,97
TSM.02	POZO PRADOS DEL RIO III	18,90	299,60
TMS.02	POZO MUZUNGA SUR	11,36	180,08
TC.07	POZO ALDEA EL FLORIDO ACEITUNO	7,89	125,00
TC.08	POZO CALVILLO III	31,54	500,00
TC.09	POZO CALVILLO II	31,54	500,00
TC.10	POZO MONTERREY	15,77	250,00

Fuente: elaboración propia.

Estos son los grupos de colonias o áreas hacia donde se provee el servicio de agua municipal, tomando en cuenta que concentran los caudales y luego se distribuyen utilizando los sistemas de tubería de conducción y distribución existentes desde hace mucho tiempo.

Tabla IX. **Fuentes de abastecimiento y sectores a quienes surte el servicio, según el Departamento de Agua de la Municipalidad de Escuintla**

INFO GENERAL		
CODIGO		Nombre de la colonia
A		TANQUE LOS CUBANITOS:
	A.01	COLONIA EL EDEN
	A.02	LOTIFICACION ZOESNA
	A.03	COLONIA PALMERAS DEL SUR
	A.04	COLONIA VESUBIO
	A.05	COLONIA EL RECREO
	A.06	COLONIA SAN FELIPE
	A.07	COLONIA MADRID
	A.08	COLONIA ROSALINDA
	A.09	LOTIFICACIÓN PALO BLANCO
	A.10	COLONIA SANTA MARTA
	A.11	COLONIA GUATELINDA
	A.12	COLONIA SICILIA 1
	A.13	COLONIA MARSELLA
	A.14	COLONIA LA ESTANCIA
	A.15	COLONIA LA ISLA /FRENTE AL RECREO
	A.16	COLONIA JACARANDAS I
	A.17	COLONIA EL PITO
	A.18	COLONIA SAN PEDRO
	A.19	COLONIA LA ISLA
	A.20	COLONIA ITZCUINTLAN
	A.21	COLONIA PROGRESO
	A.22	COLONIA LA INDUSTRIA
	A.23	COLONIA NARANJALES
	A.24	CALLEJON ARITA
	A.25	CASERIO CHICO CIMARRON
	A.26	COLONIA LA CEIBA
	A.27	SECTOR RAGUAY
	A.28	BARRIO LA BENDICION
	A.29	BARRIO LA ESPERANZA
	A.30	COLONIA LA OPORTUNIDAD
	A.31	COLONIA ESFUERZO I
	A.32	COLONIA ESFUERZO II
	A.33	BARRIO SAN MIGUEL
	A.34	COLONIA VISTA DE COSTA BELLA
	A.35	BARRIO EL PARAISO
	A.36	COLONIA VISTA HERMOSA
	A.37	FRACCION SAN MATIAS
	A.38	AVENIDA CENTROAMERICA
	A.39	COLONIA CENTRO AMERICA
	A.40	CASCO URBANO
	A.41	COLONIA LA PAZ
	A.42	CALLEJON MOTORIZADA O SAGRADO CORAZON

Continuación de la tabla IX.

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
B		TANQUE SANTA MARTA,
	B.01	COLONIAS GOLONDRINAS
	B.02	BARRIO LOURDES
	B.03	QUINTAS AGUAS VIVAS
	B.04	RESIDENCIALES MORELA

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
C		TANQUE PALMERAS DEL NORTE:
	C.01	COLONIA PALMERAS DEL NORTE
	C.02	COLONIA INDEPENDENCIA

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
D		TANQUE MUZUNGA NORTE:
	D.01	COLONIA QUETZAL
	D.02	COLONIA POPULAR
	D.03	COLONIA FERROCARRILERO
	D.04	COLONIA LAS PALMAS

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
E		TANQUE MUZUNGA SUR:
	E.01	COLONIA PRADOS DE LA COSTA
	E.02	COLONIA EL MAESTRO

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
F		TANQUE COLONIA HUNAPU:
	F.01	COLONIA HUNAPÚ

Continuación de la tabla IX.

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
G		TANQUE AGUAS VIVAS:
	G.01	COLONIA AGUAS VIVAS
	G.02	COLONIA PRADOS DEL RIO
	G.03	COLONIA SEBASTOPOL
	G.04	CANTON VOLADORES
	G.05	COLONIA PORTALES
	G.06	LOTIFICACIÓN VILLAS DEL ANGEL

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
H		TANQUE PRADOS DEL RIO:
	H.01	COLONIA PRADOS DEL RIO

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
I		POZO MECANICO JACARANDAS II:
	I.01	COLONIA JACARANDAS II

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
J		POZO MECANICO COLONIA QUETZAL:
	J.01	COLONIA MODELO I

INFO GENERAL		
CODIGO	Nombre de la colonia	
K		POZO COLONIA AGUA BLANCA
	K.01	COLONIA AGUA BLANCA

Fuente: elaboración propia, con base en información de la Municipalidad de Escuintla.

2.4. Cálculo para el diagnóstico de la situación actual del servicio de agua potable municipal

- Para el cálculo de caudales se utiliza la fórmula volumétrica de Caudal es igual al volumen dividido el tiempo que le toma para completar el llenado.

$$Q = V/t = \text{GPM o m}^3\text{h}$$

- Al multiplicar el caudal por el tiempo de bombeo o uso del fluido se encuentra el volumen de producción, para fines de cálculo, se pueden basar en 24 horas de bombeo para determinar el volumen máximo que se puede obtener de un efluente.

$$\text{Producción} = Q \times t (\text{bombeo}) = Q \times 24 = Q \text{ por día.}$$

- Normalmente se calculan los caudales en Galones por minuto, sin embargo, es necesaria la conversión a metros cúbicos por hora (para fines prácticos por las dimensionales utilizadas para el cálculo de dotaciones (litros por persona por día).

De tal manera que:

$$\text{m}^3/\text{día} = \text{GPM} \times \text{hrs} (\text{bombeo}) \times 0,2271$$

- Tomando en cuenta el promedio de habitantes por predio y para fines de cálculo, la población a servir es el resultado de la multiplicación de la cantidad de predios por 6.

$$\text{Población actual} = \text{servicios} \times 6$$

- La dotación utilizada depende de una combinación de factores tales como, el clima, condiciones de vida, nivel socio económico, uso del agua y, para este trabajo en particular.

Según la unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), la dotación mínima para el diseño de proyectos de agua potable es la siguiente:

Tabla X. **Criterio utilizado para definir la dotación dependiendo del clima y ubicación geográfica**

Tipo de zona	Clima	Dotación (lts/hab/día)	tipo de conexión
Rural		40 - 60	Llena cántaros
	Frío	60 - 90	Predial
	Cálido	90 - 120	Predial
Urbana	Frío	120 - 150	Domiciliar
	Cálido	150 - 200	Domiciliar
Metropolitana		200 - 300	Domiciliar

Fuente: elaboración propia.

Para el presente trabajo se combinaron los criterios de UNEPAR y el caudal disponible en cada área de análisis.

Para el cálculo de los equipos de bombeo necesarios para la impulsión del flujo se necesita seguir estos pasos:

- Es recomendable conocer los datos relevantes del pozo, como:
 - Diámetro del ademe
 - Profundidad
 - Nivel estático

- Nivel dinámico
 - Distribución de rejillas
 - Caudal y detalles de la prueba de bombeo
- Se determina el coeficiente de rugosidad de la tubería a utilizar

$$\text{PVC} = 140$$

$$\text{HG} = 100$$

- Definir el caudal de diseño en función de la combinación de lo que el pozo puede generar y lo que la población objetivo y almacenamientos necesiten.
- Para determinar el diámetro más económico para transportar el caudal deseado, se utiliza la fórmula:

$$D_{\text{eco}} = 1,2 * (Q/15,852)^{1/2} = (0,3014/0,0254) * (Q)^{1/2} = 11,87 * (Q/1\ 000)^{1/2} =$$

$$D_{\text{eco}} = 0,3752 * (Q_{(\text{GPM})})^{1/2}$$

- Para calcular la cantidad de servicio que se puede brindar en función del caudal y tiempo de bombeo, se emplea la fórmula:

$$\text{Servicios} = 0,2271 * Q * t$$

- Para el cálculo de la pérdida de energía por fricción se emplea la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_f = \frac{1\ 743,811141 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

Donde:

L = longitud en metros

Q = caudal esta dado en lts/seg

D = diámetro esta dado en plg.

Hf = pérdida se presenta en mts

- Se debe tomar en cuenta el Abatimiento Especifico, este representa la profundidad del nivel dinámico en relación a la cantidad de agua que se está explotando, esta se calcula a partir de la diferencia entre el nivel estático (NE), y dinámico (ND), el resultado es dividido por el aforo de la fuente de abastecimiento.
- Dependiendo de la fuente de abastecimiento se debe calcular el nivel de diseño es cual se calcula de la siguiente manera:

$NE + AE \times Q$ (diseño)

NE = Nivel Estático

AE = Abatimiento especifico

Q = caudal de diseño

Esto da la pauta del nivel que se alcanzará con la explotación del acuífero determinado.

- Otro factor a considerar es la diferencia topográfica de alturas entre la fuente de abastecimiento y el punto de entrega, debido a que puede incidir en la potencia del equipo a utilizar.
- Pada la definición de la carga dinámica total (CDT), se debe realizar la suma de todas las alturas calculadas.

CDT = ND (diseño) + Dif Atluras + altura de tanque + Presión de salida +
 Perdidas por fricción de conducción + perdidas por fricción debido al bombeo +
 Pérdidas menores.

Tabla XI. **Análisis específico de las condiciones actuales sector A.**
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

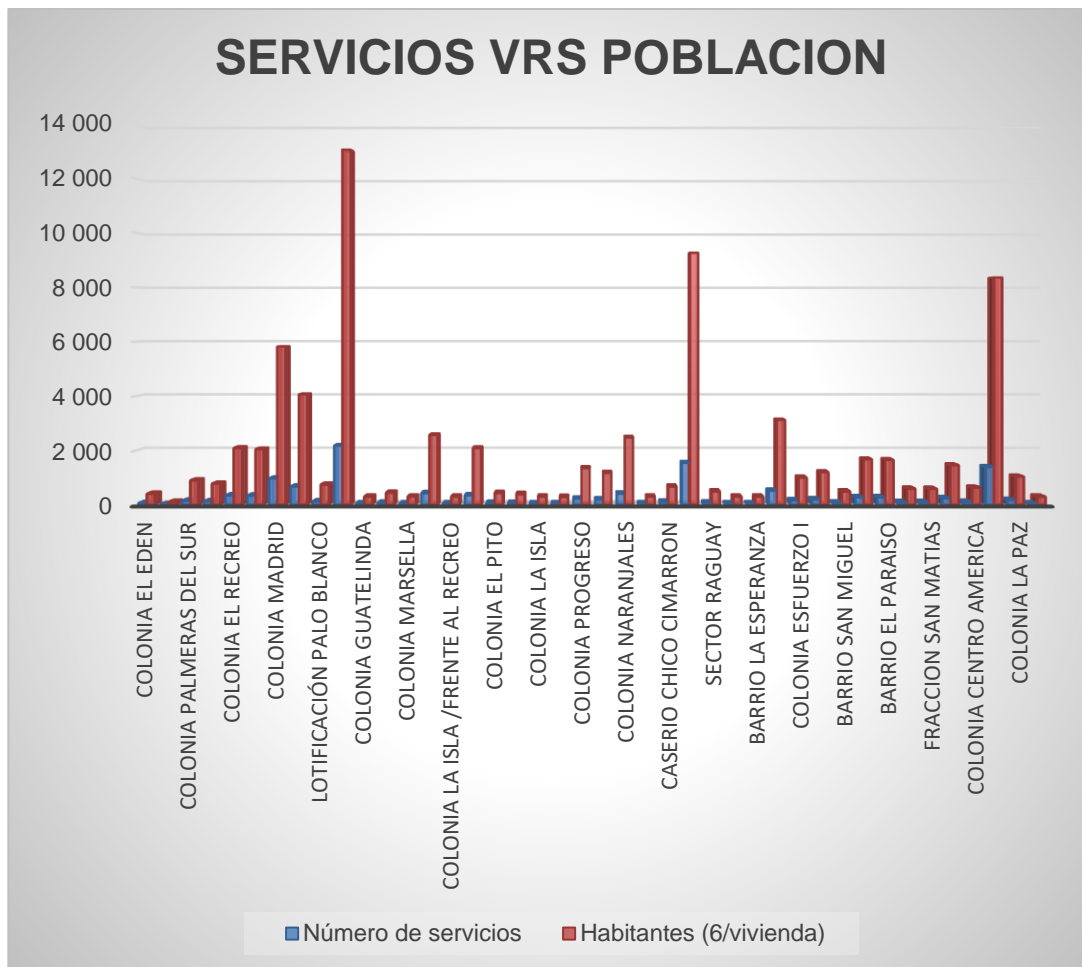
INFO GENERAL			GENERACION								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
CODIGO	Nombre de la colonia	POZOS EN SERVICIO	TC.01	TC.02	TC.03	TC.04	TC.05	TC.06	TC.07				
A	TANQUE LOS CUBANITOS:		951	793	700	1 200	400	260	125	5 679	15	19 344	
			TC.08	TC.09	TC.10	TC.11	TC.12	TC.13	TC.14				
			500	500	250								
	A.01	COLONIA EL EDEN											
	A.02	LOTIFICACION ZOESNA											
	A.03	COLONIA PALMERAS DEL SUR											
	A.04	COLONIA VESUBIO											
	A.05	COLONIA EL RECREO											
	A.06	COLONIA SAN FELIPE											
	A.07	COLONIA MADRID											
	A.08	COLONIA ROSALINDA											
	A.09	LOTIFICACIÓN PALO BLANCO											
	A.10	COLONIA SANTA MARTA											
	A.11	COLONIA GUATELINDA											
	A.12	COLONIA SICILIA 1											
	A.13	COLONIA MARSELLA											
	A.14	COLONIA LA ESTANCIA											
	A.15	COLONIA LA ISLA /FRENTE AL RECREO											
	A.16	COLONIA JACARANDAS I											
	A.17	COLONIA EL PITO											
	A.18	COLONIA SAN PEDRO											
	A.19	COLONIA LA ISLA											
	A.20	COLONIA ITZCUINTLAN											
	A.21	COLONIA PROGRESO											
	A.22	COLONIA LA INDUSTRIA											
	A.23	COLONIA NARANJALES											
	A.24	CALLEJON ARITA											
	A.25	CASERIO CHICO CIMARRON											
	A.26	COLONIA LA CEIBA											
	A.27	SECTOR RAGUAY											
	A.28	BARRIO LA BENDICION											
	A.29	BARRIO LA ESPERANZA											
	A.30	COLONIA LA OPORTUNIDAD											
	A.31	COLONIA ESFUERZO I											
	A.32	COLONIA ESFUERZO II											
	A.33	BARRIO SAN MIGUEL											
	A.34	COLONIA VISTA DE COSTA BELLA											
	A.35	BARRIO EL PARAISO											
	A.36	COLONIA VISTA HERMOSA											
	A.37	FRACCION SAN MATIAS											
	A.38	AVENIDA CENTROAMERICA											
	A.39	COLONIA CENTRO AMERICA											
	A.40	CASCO URBANO											
	A.41	COLONIA LA PAZ											
	A.42	CALLEJON MOTORIZADA O SAGRADO CORAZON											

Continuación de la tabla XI.

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA		ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES			
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en l/ppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal
	Actuales	Futuro						Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3				
12 646	75 876	126 160	150	18 924,0	420	77	6 308,0					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento
68	408	679	150	101,9			34,0							
18	108	180	150	27,0			9,0							
150	900	1 497	150	224,6			74,9							
130	780	1 297	150	194,6			64,9							
349	2 094	3 482	150	522,3			174,1							
341	2 046	3 402	150	510,3			170,1							
970	5 820	9 676	150	1 451,4			483,8							
677	4 062	6 753	150	1 013,0			337,7							
124	744	1 237	150	185,6			61,9							
2 176	13 056	21 706	150	3 255,9			1 085,3							
50	300	499	150	74,9			25,0							
74	444	739	150	110,9			37,0							
50	300	499	150	74,9			25,0							
428	2 568	4 270	150	640,5			213,5							
50	300	499	150	74,9			25,0							
348	2 088	3 472	150	520,8			173,6							
72	432	719	150	107,9			36,0							
66	396	659	150	98,9			33,0							
50	300	499	150	74,9			25,0							
48	288	479	150	71,9			24,0							
225	1 350	2 245	150	336,8			112,3							
196	1 176	1 956	150	293,4			97,8							
413	2 478	4 120	150	618,0			206,0							
50	300	499	150	74,9			25,0							
112	672	1 118	150	167,7			55,9							
1 545	9 270	15 412	150	2 311,8			770,6							
82	492	818	150	122,7			40,9							
50	300	499	150	74,9			25,0							
50	300	499	150	74,9			25,0							
520	3 120	5 187	150	778,1			259,4							
167	1 002	1 666	150	249,9			83,3							
200	1 200	1 995	150	299,3			99,8							
82	492	818	150	122,7			40,9							
279	1 674	2 783	150	417,5			139,2							
275	1 650	2 744	150	411,6			137,2							
99	594	988	150	148,2			49,4							
98	588	978	150	146,7			48,9							
243	1 458	2 424	150	363,6			121,2							
105	630	1 048	150	157,2			52,4							
1 393	8 358	13 895	150	2 084,3			694,8							
173	1 038	1 726	150	258,9			86,3							
50	300	499	150	74,9			25,0							

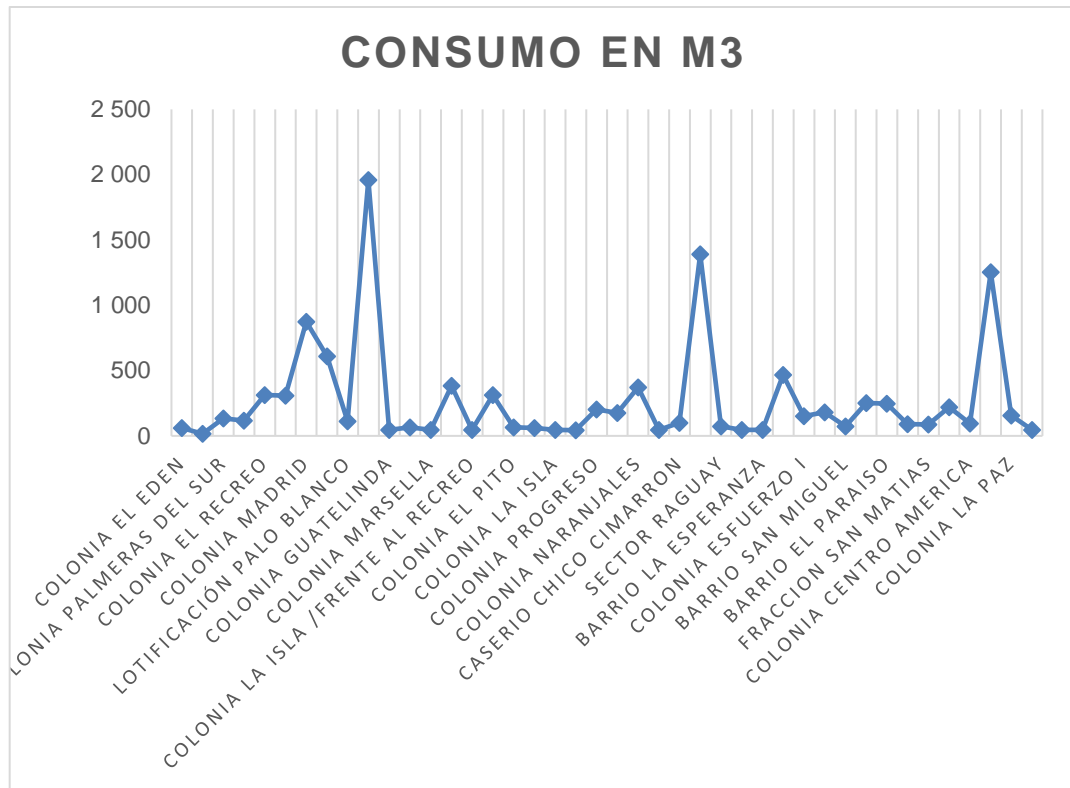
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Servicio Vrs. población actual en el sector A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Consumo actual en el sector A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)



Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Análisis específico de las condiciones actuales en el sector
A. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		15		CONSUMO ESTIMADO 150 l/h/d		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA					
A. TANQUE LOS CUBANITOS:		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA									
Número de servicios	Consumo Ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones											
		Horas	m3			Horas	m3															
Servicios	12,646	15	19,344	TC.01	951,12	15	420	6,308	60	6,248	Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Caudal suficiente, Necesario almacenamiento											
Población a servir	126,160	24	30,951	TC.02	792,60	24	1,207															
				TC.03	699,87																	
				TC.04	1,200,00																	
				TC.05	400,00																	
				TC.06	259,97																	
				TC.07	125,00																	
				TC.08	500,00																	
				TC.09	500,00																	
				TC.10	250,00																	
				TC.11																		
				TOTAL	10	5,678,57																

Fuente: elaboración propia.

2.5. Análisis de las condiciones actuales del grupo A

En el grupo de análisis A, que incluye a 42 colonias o sectores, se puede observar que, con las 10 fuentes de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 9 horas al día a las 12 646 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de sistemas eficientes para remover la acumulación de residuos orgánicos como vegetación en los ingresos para que el flujo sea continuo y de un programa permanente de mantenimiento de los sistemas de abastecimiento.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo, también la implementación de tanques locales o un sistema de rebombeo que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m. c. a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para que sea eficiente la inversión.

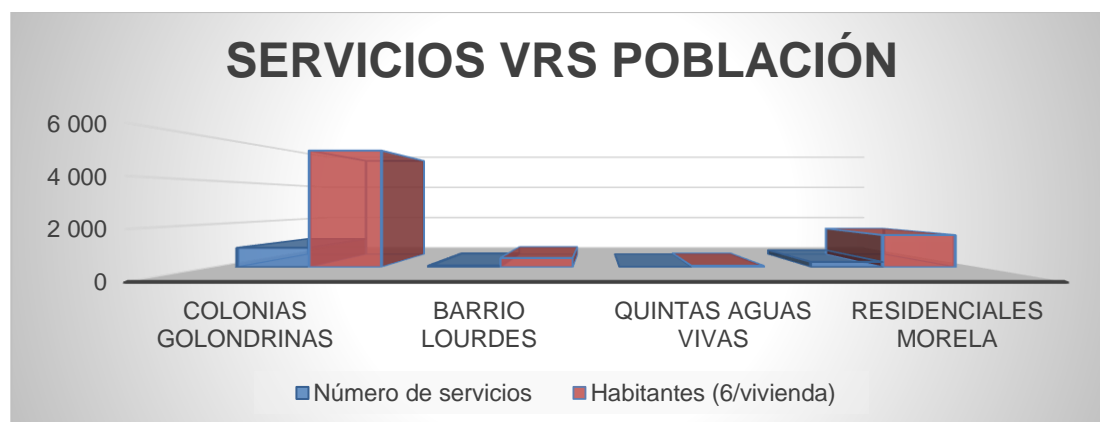
Tabla XIII. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector B (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL			GENERACION										
CODIGO	Nombre de la colonia		POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
B	TANQUE SANTA MARTA,		TSM.01	TSM.02	TSM.03	TSM.04	TSM.05	TSM.06	TSM.07	649	13	1 917	
			350	300									
			TSM.08	TSM.09	TSM.10	TSM.11	TSM.12	TSM.13	TSM.14				
	B.01	COLONIAS GOLONDRINAS											
	B.02	BARRIO LOURDES											
	B.03	QUINTAS AGUAS VIVAS											
	B.04	RESIDENCIALES MORELA											

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA		ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES			
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal
	Actuales	Futuro						Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3				
1 229	7 374	12 261	150	1 839,2	78	14	613,1					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento
900	5 400	8 978	150	1 346,7			448,9							
71	426	709	150	106,4			35,5							
10	60	100	150	15,0			5,0							
248	1 488	2 474	150	371,1			123,7							

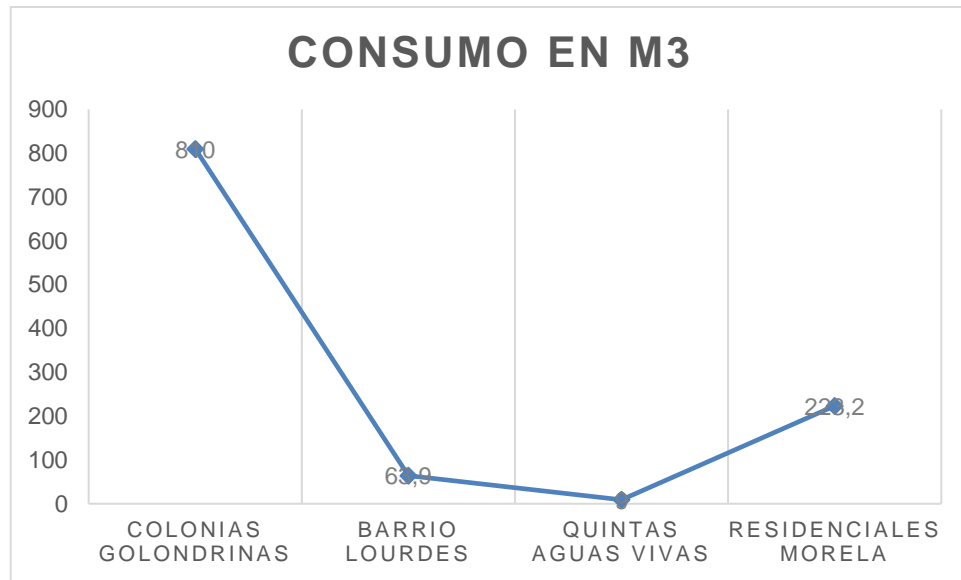
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Servicio Vrs. población actual en el sector B. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Consumo actual en el sector B. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Análisis específico de las condiciones actuales en el sector B (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		13		CONSUMO ESTIMADO 150 l/h/d		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA					
B TANQUE SANTA MARTA,																						
Número de servicios	Consumo Ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Producción en pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones											
		Horas	m3			Horas	m3					Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	
Servicios	1229	13	1917	TSM.01	349,85	13	78	613	0	613	Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Caudal suficiente, Necesario almacenamiento											
Población a servir	12261	24	3540	TSM.02	299,60	24	1701															
				TSM.03																		
				TSM.04																		
				TSM.05																		
				TSM.06																		
				TSM.07																		
				TSM.08																		
				TSM.09																		
				TSM.10																		
				TSM.11																		
		TOTAL		2	649,46																	

Fuente: elaboración propia.

2.6. Análisis de las condiciones actuales del grupo B

En el grupo de análisis B, se incluye a 4 colonias o sectores, y se puede observar que, con las 2 fuentes de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 8 horas al día a las 1 229 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los sistemas de abastecimiento.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo, además de la implementación de tanques locales o un sistema de rebombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

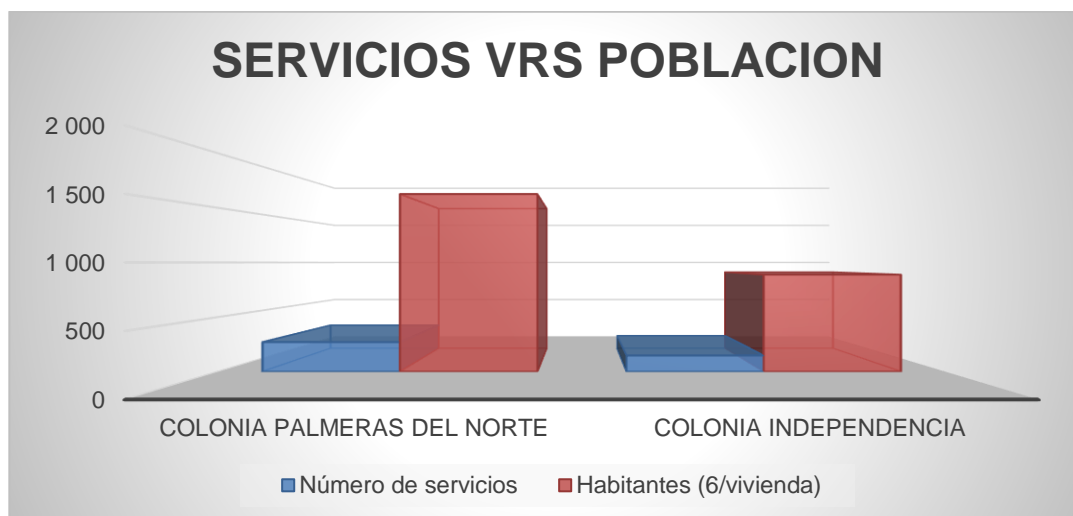
Tabla XV. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector C (Departamento de Agua Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL				GENERACION										
CODIGO		Nombre de la colonia		POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
C		TANQUE PALMERAS DEL NORTE:		TPN.01	TPN.02	TPN.03	TPN.04	TPN.05	TPN.06	TPN.07	400	7	636	
				400										
				TPN.08	TPN.09	TPN.10	TPN.11	TPN.12	TPN.13	TPN.14				
	C.01	COLONIA PALMERAS DEL NORTE												
	C.02	COLONIA INDEPENDENCIA												

CONSUMO					ALMACENAMIENTO					CONCLUSIONES				
Número de servicios	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	SALDO TOTAL DEL AREA		REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal
	Actuales	Futuro			m3/día	GPD		Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3				
419	2 514	4 181	150	627,2	9	2	209,1					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento
271	1 626	2 704	150	405,6			135,2							
148	888	1 477	150	221,6			73,9							

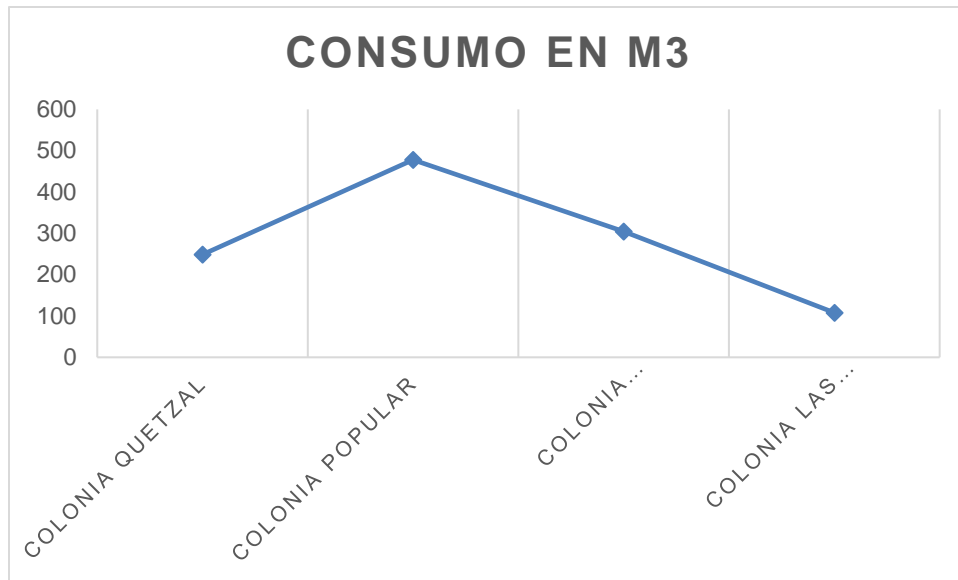
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Servicio Vrs. población actual en el sector C (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Consumo actual en el sector C. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Análisis específico de las condiciones actuales en el sector C**
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs		7		CONSUMO ESTIMADO		150 l/h/d		MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA														
C TANQUE PALMERAS DEL NORTE:		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE																				
Número de servicios	Consumo Ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones											
		Horas	m3			Horas	m3					Horas	m3									
Servicios	419	7	636	TPN.01	399,95	7	9															
Población a servir	4181	24	2180	TPN.02																		
				TPN.03		24	1553		209	0	209											
				TPN.04																		
				TPN.05																		
				TPN.06																		
				TPN.07																		
				TPN.08																		
				TPN.09																		
				TPN.10																		
				TPN.11																		
				TOTAL	1							Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Caudal suficiente, Necesario almacenamiento										

Fuente: elaboración propia.

2.7. Análisis de las condiciones actuales del grupo C

En el grupo de análisis C, el cual incluye a 2 colonias o sectores, se puede observar que, con la fuente de abastecimiento, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 6 horas al día a las 419 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los sistemas de abastecimiento.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y también la implementación de tanques locales o un sistema de re bombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

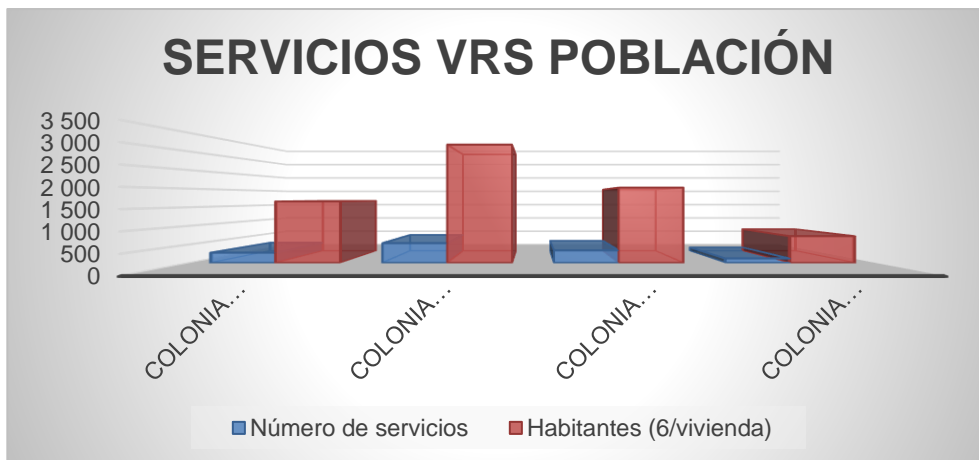
Tabla XVII. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector D.
(Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL				GENERACION										
CODIGO		Nombre de la colonia		POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
D		TANQUE MUZUNGA NORTE:		TMN.01	TMN.02	TMN.03	TMN.04	TMN.05	TMN.06	TMN.07	555	16	2 016	
				555										
				TMN.08	TMN.09	TMN.10	TMN.11	TMN.12	TMN.13	TMN.14				
	D.01	COLONIA QUETZAL												
	D.02	COLONIA POPULAR												
	D.03	COLONIA FERROCARRILERO												
	D.04	COLONIA LAS PALMAS												

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA				ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES		
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal	
	Actuales	Futuro						Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3					
1 265	7 590	12 620	150	1 893,0	123	23	631,0					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento	
276	1 656	2 754	150	413,1			137,7								
531	3 186	5 297	150	794,6			264,9								
338	2 028	3 372	150	505,8			168,6								
120	720	1 197	150	179,6			59,9								

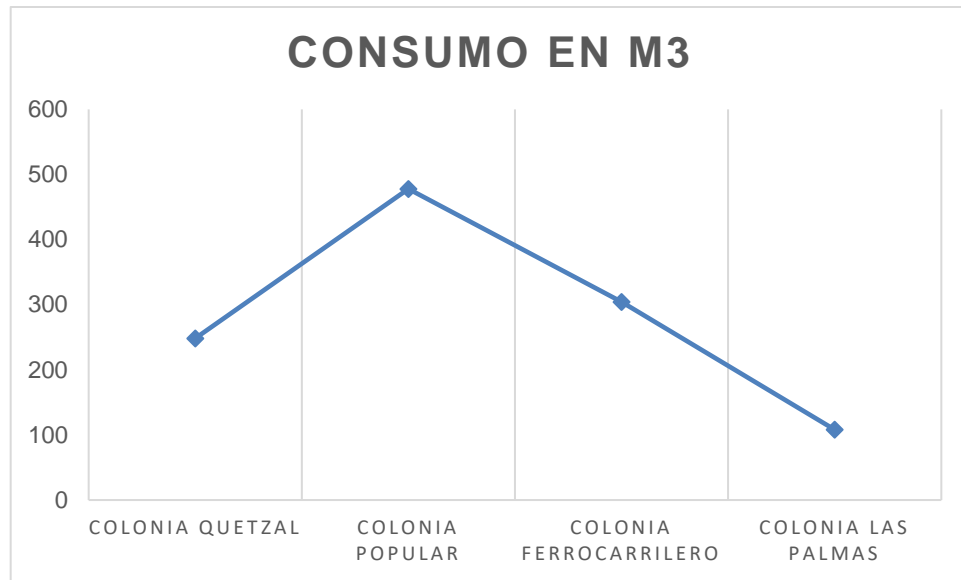
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Servicio Vrs. población actual en el sector D (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Consumo actual en el sector D. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector D (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		16		CONSUMO ESTIMADO		150 l/h/d		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE					MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
D TANQUE MUZUNGA NORTE:		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
Número de servicios	Consumo ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Producción en pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Déficit exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Déficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones	TOTAL		
		Horas	m3			Horas	m3					Horas	m3	Horas
Servicios	1 265	16	2 016	TMN.01	554,82	16	123	631	0	631	Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Caudal suficiente, Necesario almacenamiento			
Población a servir	12 620	24	3 024	TMN.02		24	1131							
				TMN.03										
				TMN.04										
				TMN.05										
				TMN.06										
				TMN.07										
				TMN.08										
				TMN.09										
				TMN.10										
				TMN.11										
				TOTAL	1					554,82				

Fuente: elaboración propia.

2.8. Análisis de las condiciones actuales del grupo D

En el grupo de análisis D, que incluye a 4 colonias o sectores, se puede observar que, con la fuente de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 10 horas al día a las 1 265 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo, sin olvidar la implementación de tanques locales o un sistema de re bombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos existentes y por implementar, para el mejor aprovechamiento de la inversión.

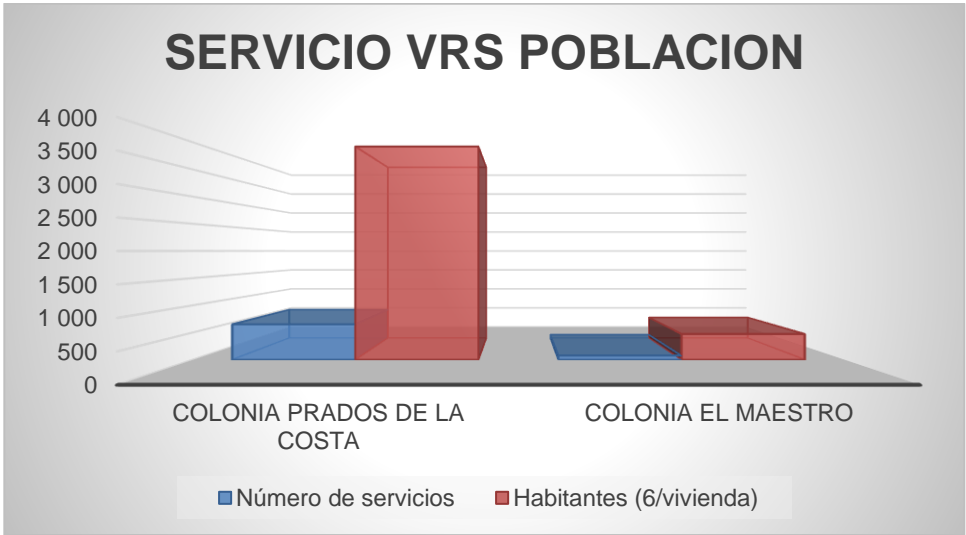
Tabla XIX. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector E. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL				GENERACION																
CODIGO	Nombre de la colonia			POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día						
				TMS.01	TMS.02	TMS.03	TMS.04	TMS.05	TMS.06	TMS.07	TMS.08				TMS.09	TMS.10	TMS.11	TMS.12	TMS.13	TMS.14
E	TANQUE MUZUNGA SUR:			190	180													370	14	1 177
	E.01	COLONIA PRADOS DE LA COSTA																		
	E.02	COLONIA EL MAESTRO																		

Número de servicios	CONSUMO				ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES					
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	SALDO TOTAL DEL AREA		REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal
	Actuales	Futuro			m3/día	GPD		Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3				
732	4 392	7 303	150	1 095,5	82	15	365,2					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento
653	3 918	6 514	150	977,1			325,7							
79	474	789	150	118,4			39,5							

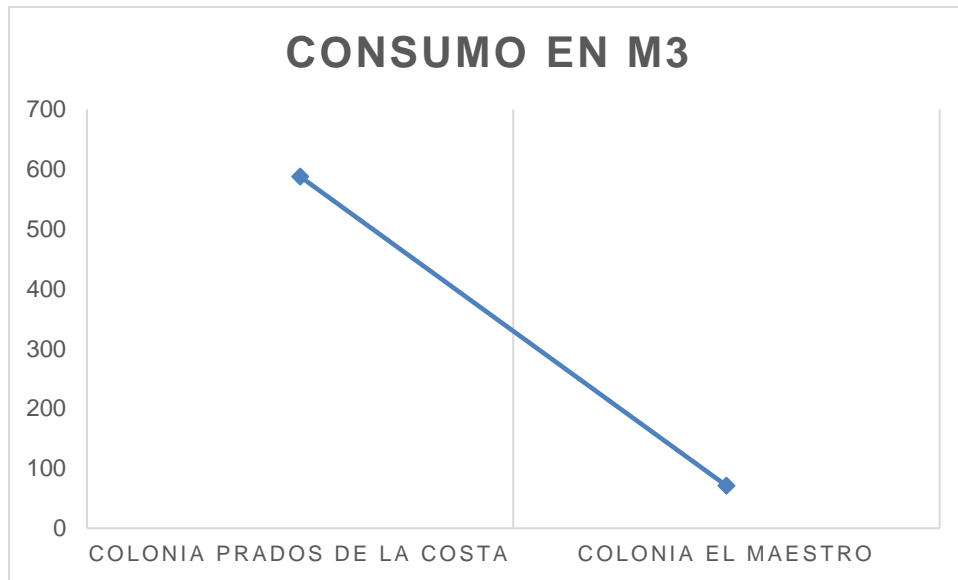
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Servicio Vrs. población actual en el sector E. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Consumo actual en el sector E (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Análisis específico de las condiciones actuales en el sector E (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs		CONSUMO ESTIMADO		150 l/h/d		MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA									
14		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE										MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA			
E TANQUE MUZUNGA SUR:		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE										MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA			
Número de servicios	Consumo ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones				
		Horas	m3			Horas	m3					Horas	m3	Horas	m3
Servicios	732	14	1177	TMS.01	190,22	14	82	365	0	365	Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Caudal suficiente, Necesario almacenamiento				
Población a servir	7303	24	2018	TMS.02	180,08	24	923								
				TMS.03											
				TMS.04											
				TMS.05											
				TMS.06											
				TMS.07											
				TMS.08											
				TMS.09											
				TMS.10											
				TMS.11											
		TOTAL		2	370,30										

Fuente: elaboración propia.

2.9. Análisis de las condiciones actuales del grupo E

En el grupo de análisis E, que incluye a 2 colonias o sectores, se puede observar que, con las 2 fuentes de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 8 horas al día a las 732 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y también la implementación de tanques locales o un sistema de rebombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

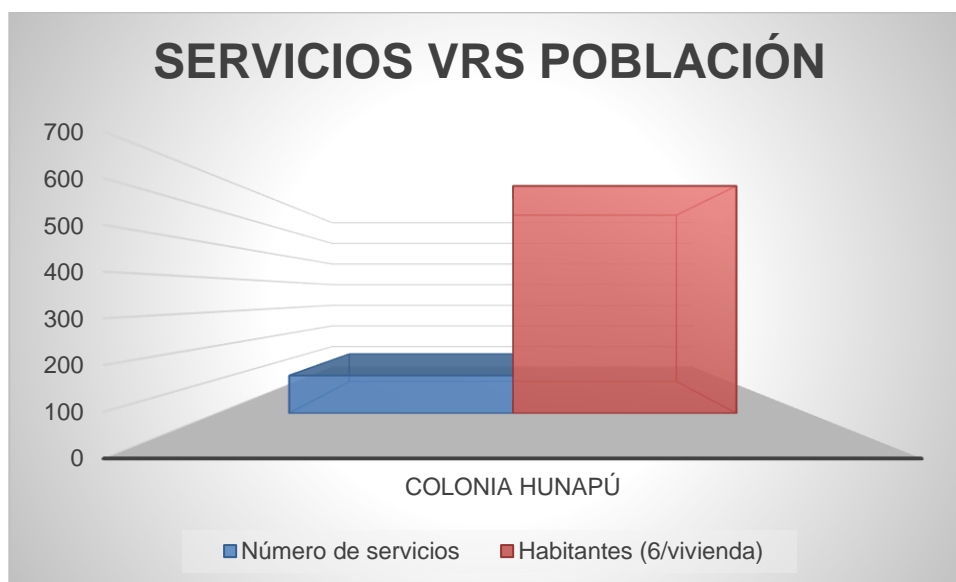
Tabla XXI. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector F (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL				GENERACION										
CODIGO		Nombre de la colonia		POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
F		TANQUE COLONIA HUNAPU:		TMS.01	TMS.02	TMS.03	TMS.04	TMS.05	TMS.06	TMS.07	56	14	177	
				29	27									
				TMS.08	TMS.09	TMS.10	TMS.11	TMS.12	TMS.13	TMS.14				
F.01		COLONIA HUNAPÚ												

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA				ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES		
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal	
	Actuales	Futuro						Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3					
112	672	1 118	150	167,7	9	2	55,9					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento	
112	672	1 118	150	167,7			55,9								

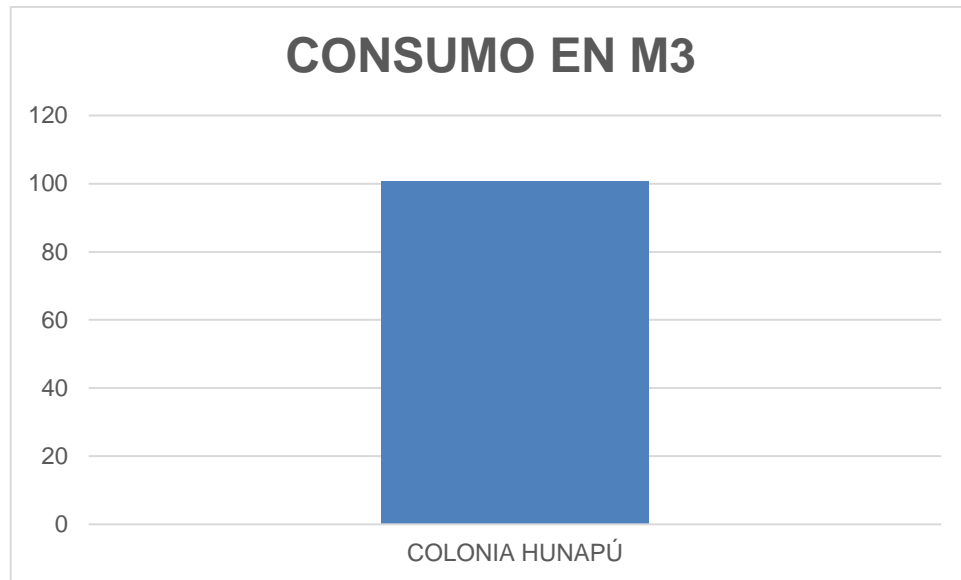
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Servicio Vrs. población actual en el sector F (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Consumo actual en el sector F (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector F (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		14		CONSUMO ESTIMADO 150 l/hr/d		MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA										
F TANQUE COLONIA HUNAPU:		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA			
Número de servicios	Consumo Ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Déficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Déficit o exeso en metros cúbicos	Conducciones					
		Horas	m3			Horas	m3									
Servicios	112	14	177	TMS.01	28,53	14	9	56	0	56						
Población a servir	1.118	24	303	TMS.02	27,01	24	135					Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Caudal suficiente, Necesario almacenamiento				
				TMS.03												
				TMS.04												
				TMS.05												
				TMS.06												
				TMS.07												
				TMS.08												
				TMS.09												
				TMS.10												
				TMS.11												
				TOTAL		2	55,55									

Fuente: elaboración propia.

2.10. Análisis de las condiciones actuales del grupo F

En el grupo de análisis F, se incluye a una colonia o sector, y se puede observar que, con las 2 fuentes de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 9 horas al día a las 112 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo, también la implementación de tanques locales o un sistema de rebombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

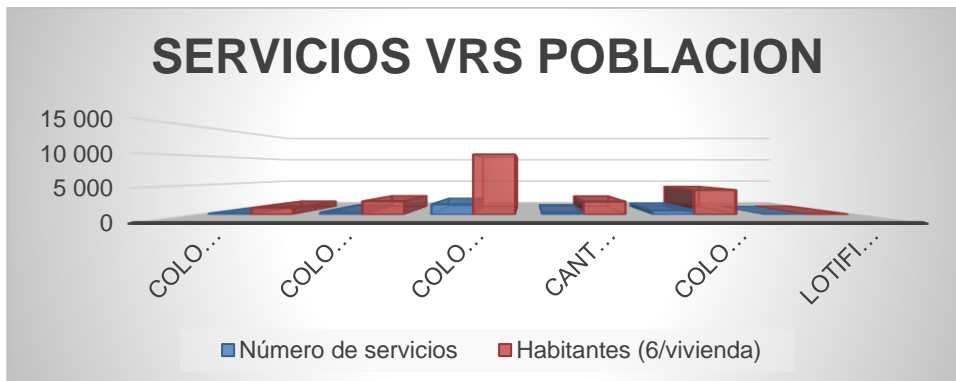
Tabla XXIII. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector G (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL				GENERACION										
CODIGO		Nombre de la colonia		POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
G		TANQUE AGUAS VIVAS:		TA.01	TA.02	TA.03	TA.04	TA.05	TA.06	TA.07	257	24	1 401	
				257										
				TA.08	TA.09	TA.10	TA.11	TA.12	TA.13	TA.14				
	G.01	COLONIA AGUAS VIVAS												
	G.02	COLONIA PRADOS DEL RIO												
	G.03	COLONIA SEBASTOPOL												
	G.04	CANTON VOLADORES												
	G.05	COLONIA PORTALES												
	G.06	LOTIFICACIÓN VILLAS DEL ANGEL												

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA				ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES		
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal	
	Actuales	Futuro						Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3					
3 340	20 040	33 318	150	4 997,7	-3 596	-660	1 665,9					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Necesario mas caudal	Necesario almacenamiento	
187	1 122	1 866	150	279,9			93,3								
375	2 250	3 741	150	561,2			187,1								
1 705	10 230	17 007	150	2 551,1			850,4								
365	2 190	3 641	150	546,2			182,1								
695	4 170	6 933	150	1 040,0			346,7								
13	78	130	150	19,5			6,5								

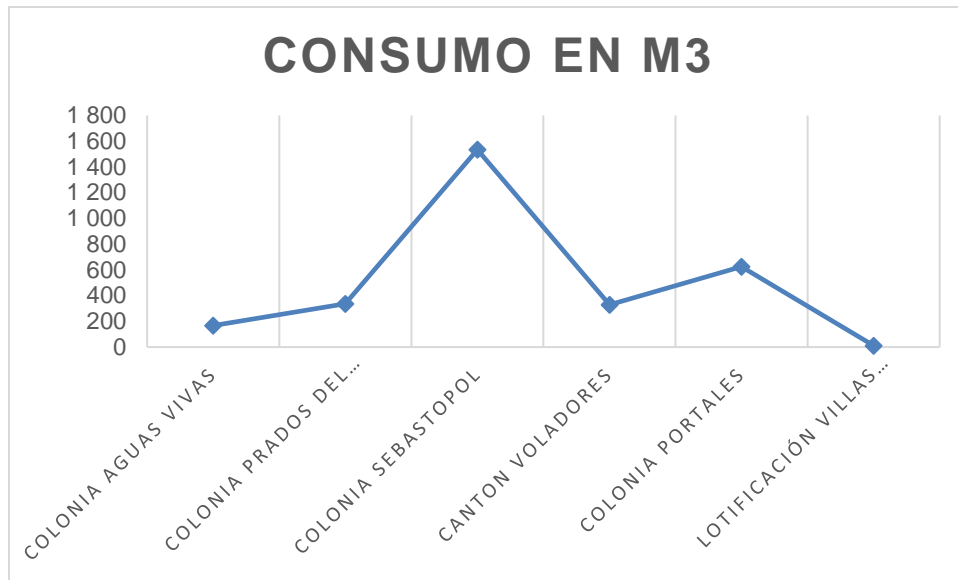
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Servicio Vrs. población actual en el sector G (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Consumo actual en el sector G (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV.

Análisis específico de las condiciones actuales en el sector G (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		CONSUMO ESTIMADO		150 l/h/d		MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA									
24		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE										MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA			
G		TANQUE AGUAS VIVAS:										MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA			
Número de servicios	Consumo ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones				
		Horas	m3			Horas	m3								
3 340	4 998	24	3 572	TA.01	25712	24	-1426	1666	0	1 666	Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Necesario mas caudal, Necesario almacenamiento				
33 318		24	3 572	TA.02	8,40	24	-1426								
				TA.03	14996										
				TA.04	13997										
				TA.05	99,87										
				TA.06											
				TA.07											
				TA.08											
				TA.09											
				TA.10											
				TA.11											
				TOTAL	5	65532									

Fuente: elaboración propia.

2.11. Análisis de las condiciones actuales del grupo G

En el grupo de análisis G, que incluye a 6 colonias o sectores, se puede observar que, con las 5 fuentes de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando las fuentes de abastecimiento durante 21 horas al día a las 3 340 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y la implementación de tanques locales o un sistema de re bombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

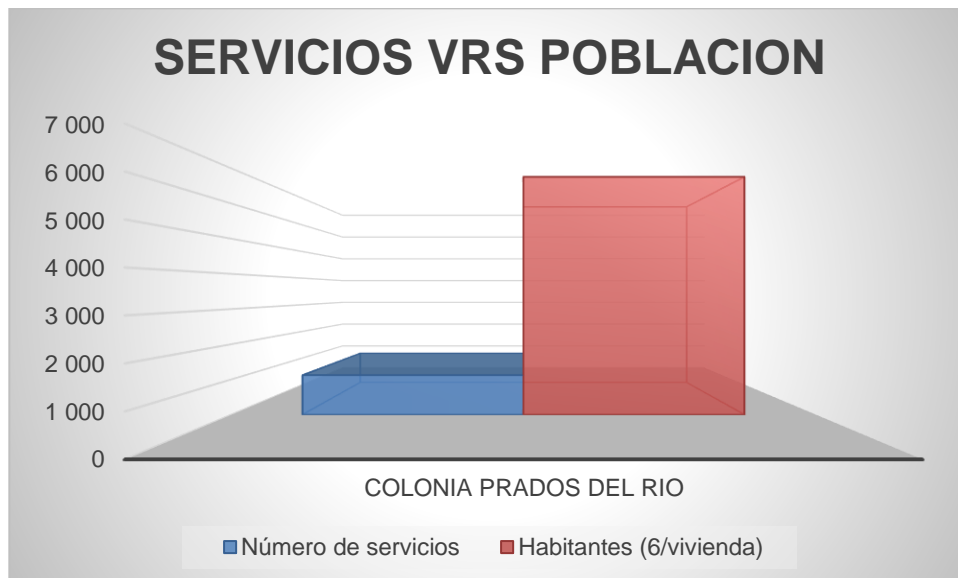
Tabla XXV. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector H (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL				GENERACION																
CODIGO	Nombre de la colonia			POZOS EN SERVICIO								Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día						
				TPR.01	TPR.02	TPR.03	TPR.04	TPR.05	TPR.06	TPR.07	TPR.08				TPR.09	TPR.10	TPR.11	TPR.12	TPR.13	TPR.14
H	TANQUE PRADOS DEL RIO:			40														40	24	218
	H.01	COLONIA PRADOS DEL RIO																		

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA				REQUERIDO	ALMACENAMIENTO			Saldo m3	CONCLUSIONES		
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	EXISTENTE			Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal				
	Actuales	Futuro					Semi enterrado m3	Elevado m3						TOTAL m3		
1 125	6 750	11 222	120	1 346,6	-1 129	-207	448,9					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Necesario mas caudal	Necesario almacenamiento		
1 125	6 750	11 222	120	1 346,6			448,9									

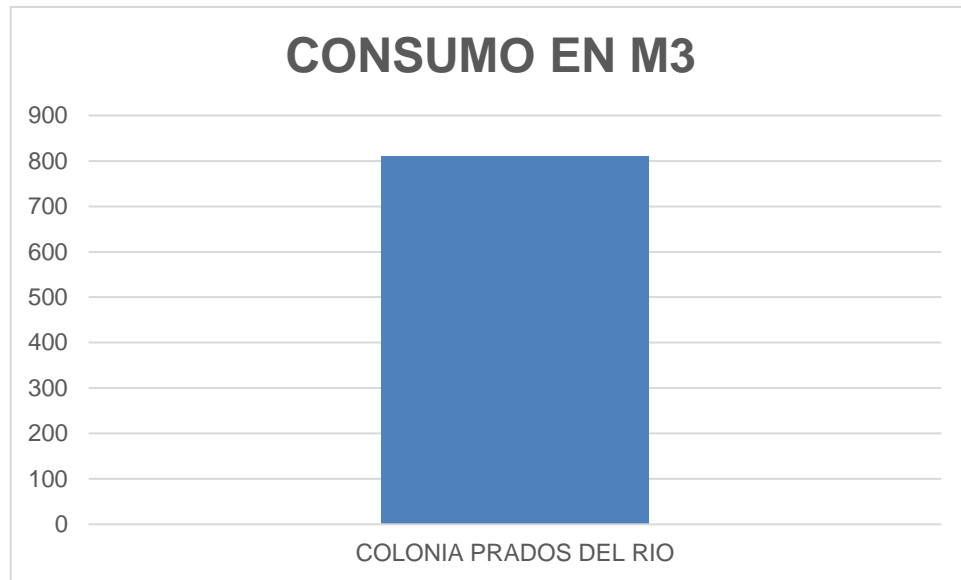
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Servicio Vrs. población actual en el sector H (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Consumo actual en el sector H (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI.

Análisis específico de las condiciones actuales en el sector h (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 hrs.		24		CONSUMO ESTIMADO		120 l/h/d		MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA													
H		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE										MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA									
Número de servicios	Consumo Ideal m ³ X día	Producción por horas de servicio		pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones										
		Horas	m ³			Horas	m ³					Horas	m ³								
Servicios	1.125	24	218	TPR.01	39.95	24	-1129	449	0	449	Necesita trabajos en la red y línea de distribución, Necesario mas caudal, Necesario almacenamiento										
Población a servir	11.222	24	218	TPR.02																	
				TPR.03																	
				TPR.04		24	-1129														
				TPR.05																	
				TPR.06																	
				TPR.07																	
				TPR.08																	
				TPR.09																	
				TPR.10																	
				TPR.11																	
				TOTAL	1					39.95											

Fuente: elaboración propia.

2.12. Análisis de las condiciones actuales del grupo H

En el grupo de análisis H, se incluye a una colonia o sector, y se puede observar que con la fuente de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio no es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando la fuente de abastecimiento durante 24 horas al día, de hecho se tiene un déficit de producción de 592 m³ por día, esto no solo causa un padecimiento de racionamiento sino que deben abastecerse con métodos alternativos como camiones cisterna, esto con el fin de lograr abastecer a las 1 125 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y la implementación de tanques locales o un sistema de re bombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

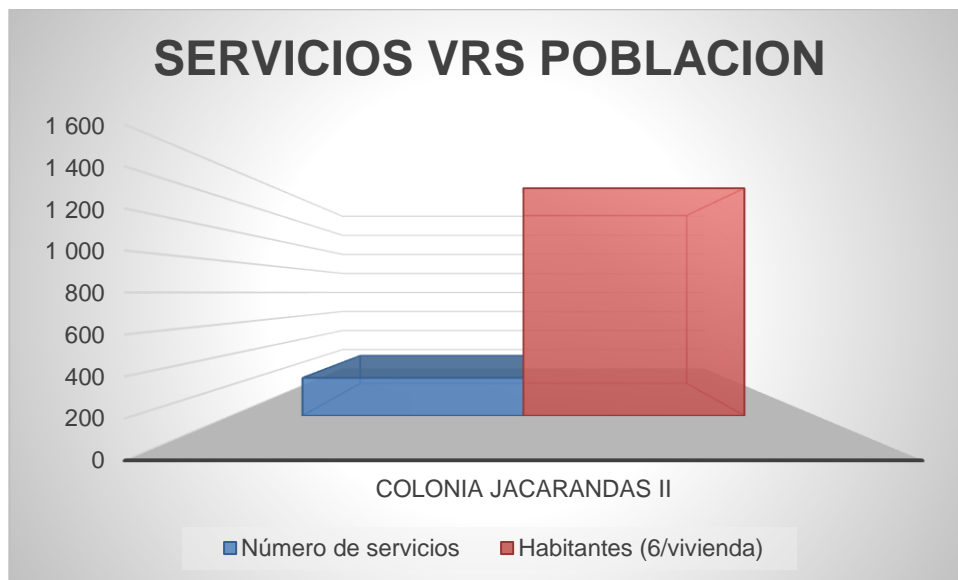
Tabla XXVII. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector I (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL							GENERACION									
CODIGO		Nombre de la colonia					POZOS EN SERVICIO							Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
I		POZO MECANICO JACARANDAS II:					T.J.01	T.J.02	T.J.03	T.J.04	T.J.05	T.J.06	T.J.07	8	24	43
							8									
							T.J.08	T.J.09	T.J.10	T.J.11	T.J.12	T.J.13	T.J.14			
	I.01	COLONIA JACARANDAS II														

Número de servicios	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	SALDO TOTAL DEL AREA		REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal
	Actuales	Futuro			m3/día	GPD		Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3				
246	1 476	2 454	100	245,4	-203	-37	81,8					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Necesario mas caudal	Necesario almacenamiento
246	1 476	2 454	100	245,4			81,8							

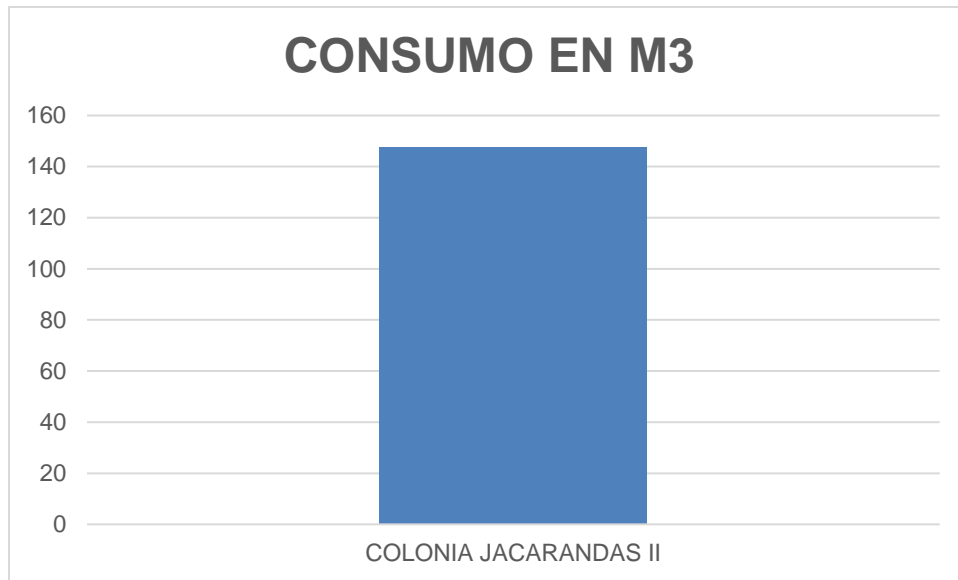
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Servicio Vrs. población actual en el sector I (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Consumo actual en el sector I (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII.

Análisis específico de las condiciones actuales en el sector i. (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs		CONSUMO ESTIMADO		100 l/h/d		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA						
24		24		24		24		24		24		24		24		24		24		24		24	
Número de servicios	Consumo Ideal m3 x día	Producción por horas de servicio		pozos en funcionamiento		Producción en galones por min		Deficiencia exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos		Almacenamiento existente en metros cúbicos		Deficiencia exeso en metros cúbicos		Conclusiones							
		Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3	Horas	m3				
Servicios	246	24	43	TI.01	7,85	24	-203	82	0	82													
Población a servir	2,454	24	43	TI.02		24	-203																
				TI.03																			
				TI.04																			
				TI.05																			
				TI.06																			
				TI.07																			
				TI.08																			
				TI.09																			
				TI.10																			
				TI.11																			
				TOTAL	1			7,85															

Fuente: elaboración propia.

2.13. Análisis de las condiciones actuales del grupo I

En el grupo de análisis I, se incluye a una colonia o sector, y se puede observar que con la fuente de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio no es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, de hecho se tiene un déficit de producción de 105 m³ por día, esto causa que no solo padezcan de racionamiento sino que deben abastecerse con métodos alternativos como camiones cisterna, esto para las 246 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y la implementación de tanques locales o un sistema de rebombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

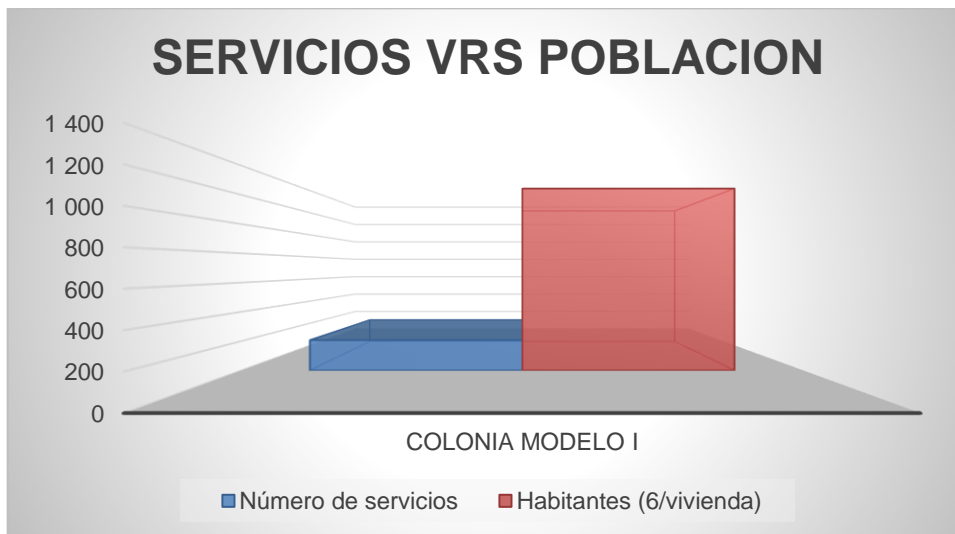
Tabla XXIX. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector J (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL							GENERACION									
CODIGO		Nombre de la colonia					POZOS EN SERVICIO							Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
J		POZO MECANICO COLONIA QUETZAL:					CM.01	CM.02	CM.03	CM.04	CM.05	CM.06	CM.07	100	14	318
							100									
							CM.08	CM.09	CM.10	CM.11	CM.12	CM.13	CM.14			
	J.01	COLONIA MODELO I														

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA				ALMACENAMIENTO				CONCLUSIONES		
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD	REQUERIDO	EXISTENTE			Saldo m3	Observaciones	Caudal	Almacenamiento X caudal	
	Actuales	Futuro						Semi enterrado m3	Elevado m3	TOTAL m3					
207	1 242	2 065	150	309,8	8	1	103,3					Necesita trabajos en la red y línea de distribución	Caudal suficiente	Necesario almacenamiento	
207	1 242	2 065	150	309,8			103,3								

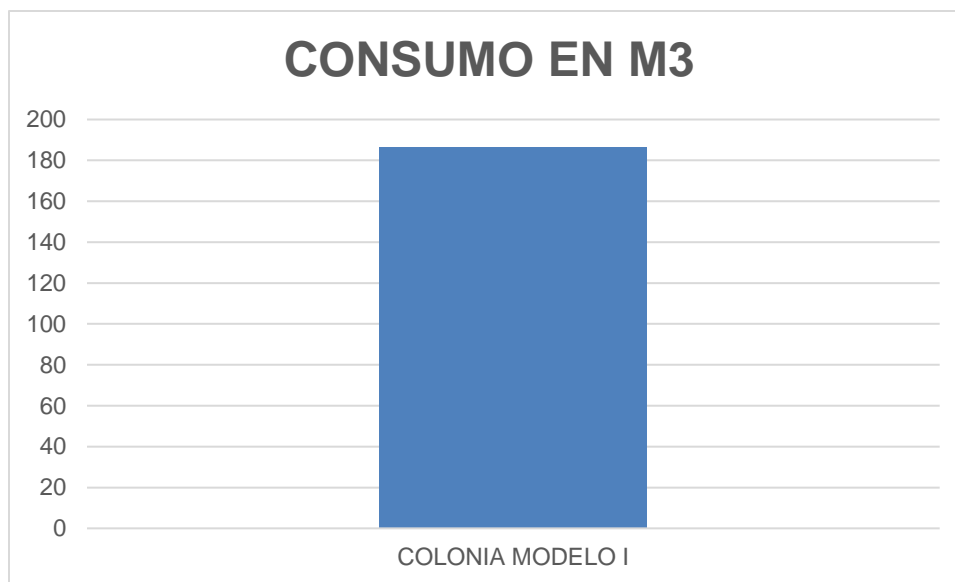
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Servicio Vrs. población actual en el sector J (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Consumo actual en el sector J (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Análisis específico de las condiciones actuales en el sector J (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		14		CONSUMO ESTIMADO 150 l/h/d		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
J POZO MECANICO COLONIA QUETZAL:																		
Número de servicios	Consumo ideal m3 x día	Producción por horas de servicio		Producción en pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit exeso según horas de producción		Almacenamiento existente en metros cúbicos	Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones							
		Horas	m3			Horas	m3					Horas	m3	Horas	m3			
Servicios	207	14	338	CM.01	99,87	14	8											
Población a servir	2,065	24	544	CM.02		24	235		103	0								
				CM.03														
				CM.04														
				CM.05														
				CM.06														
				CM.07														
				CM.08														
				CM.09														
				CM.10														
				CM.11														
				TOTAL	1				99,87									

Fuente: elaboración propia.

2.14. Análisis de las condiciones actuales del grupo J

En el grupo de análisis J, se incluye a una colonia o sector, y se puede observar que, con la fuente de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando la fuente de abastecimiento durante 9 horas al día a las 207 familias registradas.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y la implementación de tanques locales o un sistema de rebombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se debe tomar en cuenta la ubicación del abastecimiento y probables almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

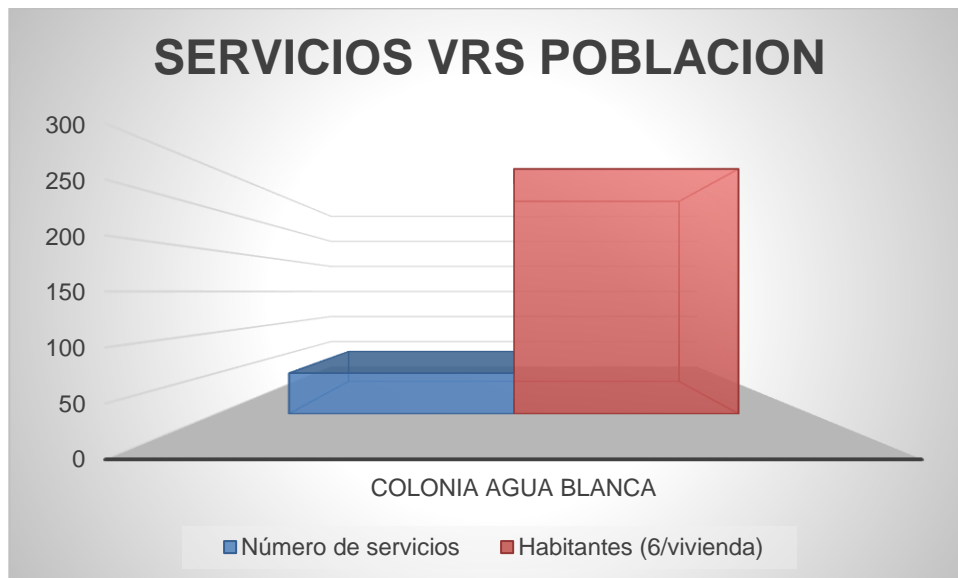
Tabla XXXI. **Análisis general de las condiciones actuales en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**

INFO GENERAL							GENERACION									
CODIGO		Nombre de la colonia					POZOS EN SERVICIO							Total GPM	Hrs servicio	Producción m3/día
K		POZO COLONIA AGUA BLANCA					T.J.01	T.J.02	T.J.03	T.J.04	T.J.05	T.J.06	T.J.07	3	24	14
							3									
							T.J.08	T.J.09	T.J.10	T.J.11	T.J.12	T.J.13	T.J.14			
	K.01	COLONIA AGUA BLANCA														

Número de servicios	CONSUMO				SALDO TOTAL DEL AREA		REQUERIDO	ALMACENAMIENTO			Saldo m3	CONCLUSIONES		
	Habitantes (6/vivienda)		Dotación en lppd	Consumo m3/día	m3/día	GPD		EXISTENTE	TOTAL m3	Observaciones		Caudal	Almacenamiento X caudal	
	Actuales	Futuro												
50	300	499	100	49,9	-36	-7	16,6							
50	300	499	100	49,9			16,6							

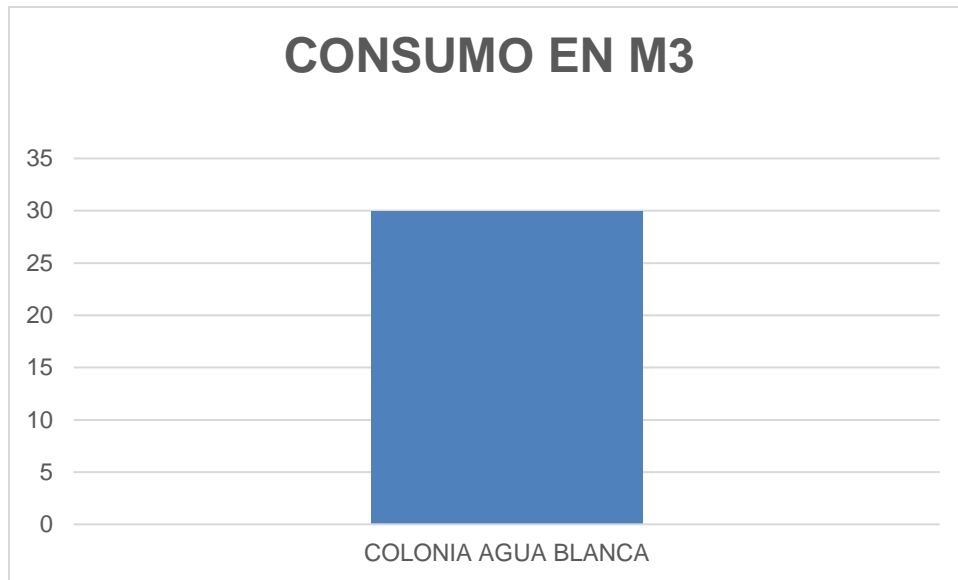
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Servicio Vrs. población actual en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Consumo actual en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII.

Análisis específico de las condiciones actuales en el sector K (Departamento de Agua, Municipalidad de Escuintla)

Horas de servicio diferentes de 24 Hrs.		24		CONSUMO ESTIMADO 100 l/h/d		MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA																
K POZO COLONIA AGUA BLANCA		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE											MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA									
Número de servicios	Consumo ideal m3 X día	Producción por horas de servicio		Producción en pozos en funcionamiento	Producción en galones por min	Deficit o exeso según horas de producción		Almacenamiento necesario en metros cúbicos	Almacenamiento existente en metros cúbicos	Deficit o exeso en metros cúbicos	Conclusiones											
		Horas	m3			Horas	m3					Horas	m3									
Servicios	50	24	14	TJ.01	2,62	24	-36	17	0	17	Necesita trabajo en la red y línea de distribución, Necesario mas caudal, Necesario almacenamiento											
Población a servir	499	24	14	TJ.02		24	-36															
				TJ.03																		
				TJ.04																		
				TJ.05																		
				TJ.06																		
				TJ.07																		
				TJ.08																		
				TJ.09																		
				TJ.10																		
				TJ.11																		
				TOTAL	1					2,62												

Fuente: elaboración propia.

2.15. Análisis de las condiciones actuales del grupo K

En el grupo de análisis K, se incluye a una colonia o sector, y se puede observar que, con la fuente de abastecimiento, entre pozos y captaciones, el caudal que se genera para el abastecimiento del servicio NO es suficiente para proveer un servicio óptimo para el consumo de agua potable durante 24 horas, explotando la fuente de abastecimiento durante 24 horas al día para las 50 familias registradas teniendo un déficit de 16 m³/día.

Se debe tomar en cuenta que es necesaria la implementación de programa permanente de mantenimiento correctivo y preventivo para el mejoramiento de las condiciones e incremento del tiempo de vida útil de los mismos.

Se debe trabajar en el mejoramiento de las líneas de conducción y el sistema de distribución para que el servicio sea óptimo y la implementación de tanques locales o un sistema de re bombeo eficiente que mantenga la presión necesaria que no sea menor a 5 m.c.a. frente al ingreso domiciliar.

En el proceso de planificación y diseño, se deben tomar en cuenta las ubicaciones de los abastecimientos y almacenamientos para el mejor aprovechamiento de la inversión.

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Mantenimiento preventivo

- Del equipo eléctrico

El banco de transformación y acometida deben tener mantenimiento por parte de la empresa distribuidora del servicio eléctrico.

- Del panel de arranque

La limpieza física completa de todos los elementos que lo componen es necesaria, el retiro de telas de araña, polvo, humedad, zarro, óxido, incrustaciones, basuras y grasas. Utilizando destornilladores, alicate, brocha, navaja, papel de lija, lima, aerosol eliminador de humedad tipo di eléctrico, aerosol limpia contactos tipo di eléctrico, *wipe* y acetona.

Reparación o sustitución de los elementos dependiendo de su estado físico y funcionamiento eléctrico.

- Del equipo de bombeo (electro hidráulico)

Extracción del equipo de la fuente hídrica para revisión, prueba y sustitución de partes dañadas por lo menos 1 vez al año.

La revisión del equipo de bombeo implica desacoples y desarmado para diagnóstico mecánico, eléctrico y pruebas que se realizan en una fosa con cargas

simuladas. Las cargas simuladas sirven para determinar la producción real de los equipos, los resultados encontrados en la prueba son confrontados con la curva original de eficiencia para determinar las condiciones del equipo.

El diagnóstico mecánico incluye la revisión física de la tubería con coplas, valvulería (válvulas de compuerta, cheques verticales, cheques horizontales, alivio, contra golpe de ariete, de tres vías) y accesorios (codos, uniones universales, coplas, funda de enfriamiento, collarines de soporte, sello sanitario, adaptadores, manómetros, reductores y tees).

El diagnóstico eléctrico consta de la revisión del motor electro sumergible cables, empalmes y sustitución del material de amarre y soporte.

Reinstalación del sistema, el cual debe ser adecuado para las condiciones de diseño (nivel dinámico, caudal, topografía, almacenamiento, longitud y otros), aprobado por la unidad responsable del servicio de agua municipal.

- De la fuente hídrica

Es importante que se realice por lo menos una vez al año el mantenimiento preventivo para evitar incrustaciones en las rejillas o la corrosión del equipo instalado en el pozo, esto sin olvidar también el ademe.

La corrosión es una acción química que afecta los metales y que hace que estos tengan debilitamiento y la estructura quede comprometida.

La incrustación se manifiesta cuando ciertos materiales se acumulan dentro y cerca de las aberturas de la rejilla o en los vacíos del manto acuífero. En la

mayoría de los casos la incrustación es provocada por factores diferentes a la corrosión.

La calidad del agua es importante puesto que los elementos que la componen pueden provocar distintas reacciones en el ademe, o problemas en la salud de los vecinos, es por esto que es importante el análisis fisicoquímico y microbiológico en forma periódica de la fuente, para determinar las acciones específicas en cada uno de los casos.

Para mantener en buenas condiciones las fuentes, se necesita realizar limpiezas químicas y mecánicas, en forma combinada para obtener un buen resultado. Con la máquina de servicio adecuada para el peso del equipo electro sumergible, nivel de instalación y profundidad del pozo.

3.2. Los elementos químicos necesarios para todo buen mantenimiento preventivo

En la parte química se deben aplicar los siguientes aditivos:

- Un ácido desincrustante para remover los sedimentos de hierro, manganeso y carbonato de calcio, que obstruyen o pueden obstruir las rejillas del ademe o el empaque de grava. Esto se realiza con el fin de mejorar los niveles estáticos y dinámicos de los pozos.
- Un compuesto de ácido capaz de reducir la contaminación que prolifera la producción de bacterias relacionadas con el hierro y la reducción de bacterias de sulfato, así como la biomasa producida por el grueso bacteriano. Que reduzca el sabor y olor a azufre. Este ayuda al mejoramiento de los accesos en las rejillas.

- Un polímero separador de lodos, sedimentos, hierro y arcillas que sea capaz de remover toda la materia (lodo y arcilla) que se encuentra en la formación o ya establecido en el empaque de grava, este debe ser biodegradable y no contener fosfatos.

3.3. Procedimiento para realizar la limpieza química y mecánica en un sistema de producción de agua potable

- Medición del nivel estático original
- Medición de la profundidad del pozo para determinar el volumen de sedimentación en ese momento.
- Cepillado durante 5 horas continuas (este cepillo debe estar bien ajustado al diámetro del ademe para que los sedimentos o incrustaciones puedan empezar a desprenderse.
- Aplicación de químico desincrustante.
 - Agitación con pistón durante 10 horas
 - Desarenado durante el tiempo que sea necesario
- Aplicación de químico antibacteriano.
 - Agitación con pistón durante 10 horas
 - Desarenado durante el tiempo que sea necesario
- Aplicación de químico separador de lodos, sedimentos, barro y arcillas.

- Agitación con pistón durante 10 horas
- Desarenado durante el tiempo que sea necesario
- Medición del nivel estático final para determinar los resultados obtenidos del procedimiento realizado.
- Desarenado final durante el tiempo que sea necesario hasta alcanzar la profundidad original del pozo.
- Aforo utilizando un totalizador de caudal o el método de agujero calibrado, por lo menos 12 horas continuas, preferiblemente en forma escalonada, realizando medición de niveles (buscando estabilizarlo) para determinar la producción real del pozo luego del mantenimiento, el equipo de prueba debe ser instalado a la mayor profundidad posible y se debe buscar la máxima explotación del pozo para encontrar el punto de equilibrio.
- Con los datos obtenidos de la prueba de bombeo y el análisis del sistema en general se diseña el equipo electro sumergible adecuado para la producción optima del pozo.
- Del equipo de tratamiento químico del agua producida.

La limpieza física completa de todos los elementos que lo componen es necesaria, el retiro de telas de araña, polvo, humedad, zarro, óxido, incrustaciones, basuras y grasas. Utilizando destornilladores, alicate, brocha, navaja, papel de lija, lima, aerosol eliminador de humedad tipo di eléctrico, aerosol limpia contactos tipo di eléctrico, *wipe* y acetona.

Reparación o sustitución de los elementos dependiendo de su estado físico y funcionamiento eléctrico.

Limpieza de la válvula de pie, válvulas de cheque de succión, válvula de cheque de la descarga y sus elementos eléctricos.

- De la infraestructura.

Es necesaria la implementación de programas de reparación, mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones que resguardan los equipos utilizados en el proceso de generación de agua potable.

- De la conducción y distribución del servicio.

Es necesaria la realización de un estudio específico que incluya:

- Levantamiento de campo.
- Actualización de planos, si existen o elaborarlos en caso contrario.
- Analizar el diseño y funcionamiento de la red para determinar si está en condiciones para continuar en servicio, si requiere mantenimiento, reparaciones y mejoras, incluso si es necesaria la remodelación parcial o total.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones actuales del servicio reflejan que el caudal generado aparentemente es suficiente para poder prestar un buen servicio, sin embargo, las condiciones actuales de las líneas de conducción y redes de distribución necesitan un rediseño para poder prestar un servicio eficiente. El tiempo de servicio depende del sector debido a que las condiciones cambian dependiendo del caudal producido por las fuentes de abastecimiento. Es necesaria la implementación de más almacenamientos locales por sector de tal manera que se pueda garantizar un servicio adecuado.
2. Entre los factores que afectan la prestación de un servicio eficiente de agua potable en el municipal están: Es la falta de información de los servicios reales que se prestan. La cantidad de conexiones ilícitas de las que se tienen noción es aproximadamente el 65 % de las registradas.
3. Es necesaria la creación e implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas actuales. Revisión, detección y reparación de fugas, también el cambio de redes cuyo tiempo de vida útil ha caducado.
4. Para el mejoramiento de las condiciones actuales son necesarias las siguientes medidas mínimas: Es necesaria la implementación de controles para la buena distribución del servicio. Es necesario que se realice un inventario de fuentes productoras de agua potable y por cada fuente

realizar también un inventario de los sistemas utilizados en cada aplicación.

RECOMENDACIONES

1. Implementar planes de acción para el mejoramiento del servicio, como: construir líneas de conducción y redes de distribución adecuadas a la necesidad real para poder prestar un servicio eficiente. Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de las fuentes de abastecimiento para prolongar el tiempo de la vida útil de las mismas. Construcción de más almacenamientos locales adecuados para cada sector de tal manera que puedan cubrir la demanda.
2. Mejorar los procesos administrativos en las áreas de: registro de los servicios existentes y legalizar los ilícitos para evitar consumo no contemplado. Eliminar las conexiones ilícitas de las que se tienen noción es aproximadamente el 65 % de las registradas.
3. Establecer programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas actuales, revisar, detectar y reparar fugas. Tomar en cuenta la proyección de un cambio de redes cuyo tiempo de vida útil ha caducado.
4. Aplicar en campo: controles para la buena distribución del servicio, realizar un inventario de fuentes productoras de agua potable, también los sistemas utilizados en cada aplicación y actualización constante de las condiciones de cada una.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blog Fibras y Normas S. A. S. *Nacimientos de agua*. [en línea]. <[https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/Categoria/nacimientos-de-agua/#:~:text=Por%20Manantial%20\(o%20Nacimiento\)%20se,la%20infiltraci%C3%B3n%20la%20presencia%20que](https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/Categoria/nacimientos-de-agua/#:~:text=Por%20Manantial%20(o%20Nacimiento)%20se,la%20infiltraci%C3%B3n%20la%20presencia%20que)>. [Consulta: 18 de enero de 2022].
2. CASTILLO DE LEÓN, Ericka Alexandra. *Diseño de agua potable para el caserío Ixiguán, aldea Ajal y diseño de pavimentación para la aldea el Boquerón de la carretera interamericana hacia la garita de Insul, San Pedro Necta, Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos. Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2020. 147 p.
3. Concejo Municipal. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial de Escuintla, Guatemala 2021-2032*. Guatemala: SEGEPLAN. 2020. 196 p.
4. Fundación para la Conservación del Agua de la Región Metropolitana de Agua. *Extractos de publicaciones de publicaciones relacionadas en línea. Agua en el planeta*. [en línea]. <<https://funcagua.org.gt/agua-en-el-planeta/>>. [Consulta: 18 de enero de 2022].

5. GUERRA VILLEDA, Wilder Ronaldo. *Sistema de alcantarillado sanitario para el municipio de San José y puente vehicular del caserío El Corozal, municipio de San José, Petén*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos. Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 148 p.
6. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM. 1997. 66 p.
7. National Groundwater Asociation. *Groundwater Monitoring and Remediation*. [en línea]. <<https://www.ngwa.org/publications-and-news/journals/ngwa-journals-on-wiley-online>>. [Consulta: 18 de enero de 2022].
8. QUEVEDO MONTERROSO, Emilio Alberto. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Llano de la Puerta, San Pedro Pinula, Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 145 p.
9. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento drenaje pluvial urbano D.R.* México, D.F.: CONAGUA, 2017. 80 p.
10. SWISTOCK, Bryan; RIZZO, Dana. *Mantenimiento y rehabilitación de pozos de agua*. [en línea]. <<https://extension.psu.edu/mantenimiento-y-rehabilitacion-de-pozos-de-agua>>. [Consulta: 18 de enero de 2022].

APENDICES

Apéndice 1. Inventario de instalaciones

INVENTARIO DE INSTALACIONES					
No.	REGLON	SI	NO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
1	ACOMETIDA ELECTRICA				
1.01	Cortacircuito				
1.02	Trasformadores				
1.03	Accesorio de Salida de Acometida				
1.04	Caja de contador				
1.05	Contador				
1.06	Cableado de acometida				
1.07	Interruptor Principal				
1.08	Cableado de contador para interruptor principal				
1.09	Cableado de interruptor principal a panel de control				
2	PANEL DE CONTROL				
2.01	Interruptor general				
2.02	Contacto magnético				
2.03	Relevador térmico				
2.04	Interruptor mini automático				
2.05	Guarda niveles				
2.06	Sensor de voltaje				
2.07	Guarda motor				
2.08	Para rayos secundario				
2.09	Temporizador				
2.1	Selecto				
2.11	Botonera				
2.12	Luces piloto				
2.13	Cableado de control				
2.14	Arrancador suave				
2.15	Arrancador en rampa				
3	PARAMETROS				
3.01	Amperaje				
3.02	Voltaje				
3.03	Frecuencia				
3.04	Impedancia				
3.05	Resistencia				
4	CHEQUEO DE DOSIFICACION				
4.01	Alimentación eléctrica				
4.01.01	Cableado				
4.01.02	Accesorio de toma (inicial)				
4.01.03	Regulador de voltaje				
4.01.04	Toma de corriente				
4.01.05	Espiga				
4.01.06	Tarjeta electrónica				
4.02	Revisión física de bomba peristáltica				
4.02.01	Succión (Válvula de pié y manguera)				
4.02.02	Cuerpo de bomba				
4.02.03	Kop Kit				
4.02.04	Descarga de bomba				
4.02.05	Manguera de dosificación				
4.02.06	Punta de inyección				
4.03	Chequeo de parámetros				
4.03.01	Carrera A				
4.03.02	Carrera B				
4.03.03	Concentración de cloro				
4.03.04	Cloro residual				
4.03.05	PH de agua				
4.03.06	Fugas de cloro				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Inventario de instalaciones 2


INVENTARIO DE INSTALACIONES

No.	REGLON	SI	NO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
-----	--------	----	----	------------------	---------------

5	EQUIPO DE BOMBEO				
5.01	Cableado de panel de control de brocal de fuente hídrica				
5.02	Revisión mecánica de succión de equipo de bombeo				
5.03	Revisión mecánica de descarga de equipo de bombeo				
5.04	Aterrizaje de los equipos				
5.05	Tubería	Tipo		Diámetro	
		Cantidad			
5.06	Bomba	Marca		Potencia	
		Material		Etapas	
5.07	Motor	Marca		Potencia	
		Material			
6	LIMPIEZA Y ASEO				
6.01	Predio				
6.02	Brocal				
6.03	Tanque				
6.04	Caseta de control				
6.05	Panel de control y elementos				
6.06	Caseta de cloración y elementos				
6.07	Guardianía				
7	ILUMINACION				
7.01	Predio				
7.02	Caseta de controles				
7.03	Caseta de cloración				
7.04	Guardianía				
7.05	Caseta de control				
7.06	Panel de control y elementos				
7.07	Caseta de cloración y elementos				
7.08	Bodega local				
ANOTACIONES:					

ANEXO

Anexo 1. Abastecimientos de agua potable





POZOS MECANICOS:



1.	POZO EL QUETZAL 1A. CALLE 3-85 ZONA 2 COL. QUETZAL
2.	POZO EL MAESTRO, 1a. Calle colonia el Maestro
3.	POZO MUZUNGA SUR, Carretera a Antigua Guatemala, frente a col. Magnolias.
4.	POZO CALVILLO N. 1 KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN
5.	POZO CALVILLO NO. 2 KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN A UN COSTADO DE CAMPO DE FUTBOL COMPLEJO DEPORTIVO
6.	POZO CALVILLO NO. 3 KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN A UN COSTADO DE COMPLEJO DEPORTIVO
7.	POZO SANTA MARTA KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN
8.	POZO SEBASTOPOL NO. 1 8A. AVE. 2A. CALLE LOTE 228 COL. SEBASTOPOL ZONA 3
9.	POZO SEBASTOPOL NO. 2 5A. CALLE A UN COSTADO CASA DEL DEPORTISTA ZONA 3 SEBASTOPOL
10.	POZO LAS BRISAS 5A. CALLE A LOTE 107 LAS BRISAS DE SEBASTOPOL ZONA 3
11.	POZO JACARANDAS II 2A. AV. SECTOR F ZONA 3
12.	POZO PRADOS DEL RIO No. 1 - 1A. CALLE LOTE 02 COL. PRADOS DEL RIO ZONA 3
13.	POZO PRADOS DEL RIO No. 2
14.	POZO PRADOS DEL RIO No. 3
15.	POZO AGUA BLANCA COLONIA AGUA BLANCA LOS VOLADORES
17.	POZO LA CEIBA, colonia La Ceiba
18.	POZO LA DIGNIDAD 1, colonia la Dignidad carretera a Sigüesalá.
17	POZO LA DIGNIDAD 2, colonia la Dignidad carretera a Sigüesalá.
18	POZO LA ESTANCIA, colonia La Estancia
19	POZO SAN CARLOS CANADA, carretera a Taxico a un costado de centro penitenciario El Infierno.
20	POZO LA ESPERANZA, Microparcelamiento La Esperanza, carretera nueva a puerto San José.
21	POZO ACEITUNO, Aidea Florido Aceituno.

NACIMIENTOS:

1.	NACIMIENTO SAN LUIS BUENA VISTA, Carretera vieja Escuintla-Palín, Finca San Luis Buena Vista
2.	NACIMIENTO -SAN LUIS AQUA PARK, Carretera vieja Escuintla.Palín
3.	NACIMIENTO SAN JOSE, Carretera vieja a antigua guatemala, Carretera a ingenio San Diego
4.	NACIMIENTO AGUAS VIVAS COL. AGUAS VIVAS ZONA 3, Calle Quintas Aguas Vivas
5.	NACIMIENTO SEBASTOPOL 1A. CALLE 5A. AVE. 1-34 ZONA 3 COL. SEBASTOPOL

 info@municipalidad-escuintla.gob.gt
 www.municipalidad-escuintla.gob.gt

9^a. CALLE 3-16 ZONA 1, ESCUINTLA
 B.PX: (502) 7961-3600

 @EscuintlaMuni
 GobiernoMunicipalEscuintla

Continuación del anexo 1.



PROFUNDIDAD:

FUENTES DE ABASTECIMIENTO POZOS		PROFUNDIDAD EN PIES
1	POZO EL QUETZAL 1A. CALLE 3-85 ZONA 2 COL. QUETZAL	500
2	POZO EL MAESTRO, 1a. Calle colonia el Maestro	700
3	POZO MUZUNGA SUR, Carretera a Antigua Guatemala, frente a col. Mignolies.	1,000
4	POZO CALVILLO N. 1 KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN	400
5	POZO CALVILLO NO. 2 KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN A UN COSTADO DE CAMPO DE FUTBOL COMPLEJO DEPORTIVO	133
6	POZO CALVILLO NO. 3 KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN A UN COSTADO DE COMPLEJO DEPORTIVO	700
7	POZO SANTA MARTA KM. 53 RUTA ANTIGUA A PALIN	500
8	POZO SEBASTOPOL NO. 1 6A. AVE. 2A. CALLE LOTE 228 COL. SEBASTOPOL ZONA 3	500
9	POZO SEBASTOPOL NO. 2 5A. CALLE A UN COSTADO CASA DEL DEPORTISTA ZONA 3 SEBASTOPOL	700
10	POZO LAS BRISAS 5A. CALLE A LOTE 107 LAS BRISAS DE SEBASTOPOL ZONA 3	400
11	POZO JACARANDAS II 2A. AV. SECTOR F ZONA 3	400
12	POZO PRADOS DEL RIO No. 1 - 1A. CALLE LOTE 02 COL. PRADOS DEL RIO ZONA 3	400
13	POZO PRADOS DEL RIO No. 2	800
14	POZO PRADOS DEL RIO No. 3	1,300
15	POZO AGUA BLANCA COLONIA AGUA BLANCA LOS VOLADORES	500
17	POZO LA CEIBA, colonia La Ceiba	500
16	POZO LA DIGNIDAD 1, colonia la Dignidad carretera a Sigüesalá.	800
17	POZO LA DIGNIDAD 2, colonia la Dignidad carretera a Sigüesalá.	800
18	POZO LA ESTANCA, colonia La Estancia	1,000
19	POZO SAN CARLOS CANADA, carretera a Taseco a un costado de centro penitenciario El Infante.	500
20	POZO LA ESPERANZA, Micro parcelamiento La Esperanza, carretera nueva a puerto San José.	500
21	POZO ACEITUNO, Aldea Florida Acituno.	1,000

Continuación del anexo 1.



FUENTES DE ABASTECIMIENTO MUNICIPALES

-	NOMBRE / DIRECCION	CAUDAL APROX. L/S	CAUDAL APROX. G/M
1	NACIMIENTO SAN LUIS BUENA VISTA, KM 50 ruta antigua a Palín	60	951.12
2	NACIMIENTO SAN LUIS AQUA PARK (Planta de Tratamiento) KM 52 ruta antigua a Palín	50	792.60
3	NACIMIENTO SAN JOSE ruta ingenio San Diego	35	554.82
4	NACIMIENTO AGUAS VIVAS Col. Aguas Vivas Zona 3	16.22	257.12
5	NACIMIENTO SEBASTOPOL 1ra. Calle 5ta. Av. 1-34 zona 3 Col. Sebastopol	3.15	49.93
6	POZO SEBASTOPOL N.1 6ta. Av. 2da. Calle lote 228 col. Sebastopol zona 3	9.48	149.96
7	POZO SEBASTOPOL N.2 5ta calle a un costado casa del deportista zona 3 Sebastopol.	8.83	139.97
8	POZO LAS BRISAS 5ta. Calle "A" lote 107 las brisas de Sebastopol zona 3	6.3	99.87
9	POZO JACARANDAS II 2da av. sector "F" zona 3	0.68	10.46
10	POZO EL QUETZAL 1ra calle 3-88 zona 2	6.3	99.87
11	POZO SANTA MARTA KM 53 ruta antigua a Palín	22.07	349.85
12	POZO CALVILLO N. 1 KM 53 ruta antigua a Palín	25.23	399.95
13	POZO CALVILLO N. 2 KM 53 ruta antigua a Palín a un costado de campo complejo deportivo.	44.15	699.87

Continuación del anexo 1.



14	POZO CALVILLO N. 3 KM 53 ruta antigua a Palín a un costado del complejo deportivo	75.7	1,200.00
15	POZO PRADOS DEL RIO 1ra calle lote 2 col. Prados del Rio zona 3	5.04	79.89
16	DERIVACION LINEA INDE (proveniente de nacimiento Monte María) enfrente de tanque Muzunga Sur	12	190.22
17	POZO AGUA BLANCA Colonia Agua Blanca los voladores	4.41	69.91
18	POZO LA CEIBA (área de tanque y planta de tratamiento pozo la ceiba)	25.23	400.00
19	POZO LA ESTACIA	16.4	259.97
20	POZO PRADOS DEL RIO II	4.1	64.99
21	POZO PRADOS DEL RIO III	18.9	299.60
22	POZO MUZUNGA SUR	11.36	180.08
23	POZO ALDEA EL FLORIDO ACEITUNO	7.89	125.00
24	POZO CALVILLO III	31.54	500.00
25	POZO CALVILLO II	31.54	500.00
26	POZO MONTERREY	15.77	250.00

Continuación del anexo 1.



➔ **NOMBRE Y TIPOS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO:**

- 1.- NACIMIENTO SAN LUIS BUENA VISTA
- 2.- NACIMIENTO (planta de tratamiento San Luis Aqua Park)
- 3.- NACIMIENTO SAN JOSE
- 4.- NACIMIENTO AGUAS VIVAS
- 5.- NACIMIENTO SEBASTOPOL
- 6.- POZO MECANICO SEBASTOPOLI
- 7.- POZO MECANICO CALVILLO #1
- 8.- POZO MECANICO CALVILLO #2
- 9.- POZO MECANICO SURGENTE CALVILLO #3
- 11.- POZO MECANICO SANTA MARTA
- 12.- POZO MECANICO EL QUETZAL
- 13.- POZO MECANICO PRADOS DEL RIO
- 14.- POZO MECANICO LAS BRISAS
- 15.- POZO MECANICO JACARANDAS 2
- 16.- LINEA INDE (abastece a la colonia Hunapú y el Tanque Muzunga Sur, dependiendo de los Nacimientos de Monte María).

➔ **POBLACIÓN QUE SE ABASTECE DE LAS FUENTES MUNICIPALES DE AGUA POTABLE, son las siguientes:**

TANQUE LOS CUBANITOS: Este es el tanque central de abastecimiento de esta cabecera y se abastece de los nacimientos de San Luis Buena Vista y San Luis Aqua Park y Pozo calvillo #2 y Pozo Calvillo #3, de este se abastecen las colonias:

1. EL EDEN
1. UN SECTOR DE LAS BRISAS
2. PALMERAS DEL SUR
3. EL VESUBIO
4. EL RECREO
5. SAN FELIPE
6. MADRID
7. ROSALINDA
8. PALO BLANCO
9. SANTA MARTA

Continuación del anexo 1.



10. GUATELINDA
11. MONTERREY
12. SICILIA 1
13. MORELA
14. UN SECTOR DE MARSELLA

15. LA ESTANCIA
16. SECTOR "A" DE PORTALES
17. CASERIO SANTA MARTA
18. CASERIO ENFRETE DE COLONIA EL RECREO (Las Orquídeas y la Isla)
19. JACARANDAS I
20. RESIDENCIALES JACARANDAS
21. COLONIA EL PITO
22. COLONIA SAN PEDRO
23. COLONIA LA ISLA
24. COLONIA ITZCUIINTLAN
25. COLONIA EL PROGRESO
26. COLONIA LA INDUSTRIA
27. SECTOR EL CUADRO
28. COLONIA NARANJALES
29. CALLEJÓN ARITA
30. SECTOR CHICO CIMARRON
31. COLONIA LA CEIBA
32. COLONIA RAGUAY
33. BARRIO LA BENDICION
34. COLONIA LA ESPERANZA
35. COLONIA LA OPORTUNIDAD
36. COLONIA EL ESFUERZO I Y II
37. ZONA 1 PUEBLO (desde la 1ª. Ave. Hasta la 6ª. Ave. Y desde la 1ª. Calle hasta la 16ª. Calle)
38. BARRIO SAN MIGUEL
39. COSTA BELLA (derivación de 4 pulgadas en línea central antes de entrada al tanque cubanitos)
40. BARRIO EL PARAISO
41. VISTA HERMOSA
42. FRACCIONAMIENTO SAN MATIAS

Continuación del anexo 1.



- 43. AVENIDA CENTROAMERICA
- 45. COLONIA CENTROAMERICA

TANQUE SANTA MARTA, se abastece del pozo mecánico de Santa Marta y distribuye a las colonias:

- 1. Golondrinas
- 2. Barrio Lourdes
- 3. Cantonal
- 4. Quintas Aguas Vivas
- 5. Arco Iris
- 6. Condominio Carmela

TANQUE PALMERAS DEL NORTE: se abastece del pozo calvillo 1 y abastece a las siguientes colonias:

- 1. PALMERAS DEL NORTE
- 2. INDEPENDENCIA
- 3. SECTOR NORTE DE LA COLONIA POPULAR

TANQUE MUZUNGA NORTE: se abastece de los nacimientos de San José y surte las siguientes colonias:


- 1. COLONIA QUETZAL
- 2. COLONIA POPULAR
- 3. COLONIA EL FERROCARRILERO
- 4. SECTOR DE LAS CHACARAS DE LA FERROCARRILERO
- 5. COLONIA LAS PALMAS (FERROCARRILERO)

5

TANQUE MUZUNGA SUR: se abastece de la línea INDE y surte a las siguientes colonias:

- 1.- PRADOS DE LA COSTA
- 2.- EL MAESTRO
- 3.- SOEZNA
- 4.- 3ª. AVENIDA ENTRE 1ª Y 2ª. CALLE ZONA 1

Continuación del anexo 1.



Logo of the Municipality of Escuintla, Guatemala, featuring a coat of arms with a sun, water, and land, flanked by blue and green flags.

TANQUE COLONIA HUNAPU: se abastece de una manga que el INDE le da a la colonia del caudal de Monte María hacia la planta Mauricio.

TANQUE AGUAS VIVAS: este se abastece de los nacimientos de aguas vivas y distribuye a las colonias:

1. COLONIA AGUAS VIVAS
2. COLONIA PRADOS DEL RIO
3. COLONIA SEBASTOPOL
4. COLONIA VOLADORES
5. COLONIA PORTALES

TANQUE PRADOS DEL RIO: se abastece del pozo mecánico que se encuentra en la colonia y de caudal que se manda a la colonia del Tanque Aguas Vivas.

POZO MECANICO JACARANDAS II: este abastece a:

1. COLONIA JACARANDAS II

POZO MECANICO COLONIA QUETZAL: este abastece a:

1. COLONIA MODELO I

info@municipalidad-escuintla.gub.gt
www.municipalidad-escuintla.gub.gt

7^o. CALLE 3-16 ZONA 1, ESCUINTLA
B.FX: (502) 7961-3400

@EscuintlaMuni
GobiernoMunicipalEscuintla

Fuente: Municipalidad de Escuintla, *Departamento de Planificación y Urbanización*. p. 1 – 8.