



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

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

**Marlon Ariel Rodríguez González**

Asesorado por el Ing. Nicolás de Jesús Guzmán

Guatemala, enero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARLON ARIEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

ASESORADO POR EL ING. NICOLÁS DE JESÚS GUZMÁN SÁENZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Mario Estuardo Arriola Avila
EXAMINADOR	Ing. William Ricardo Yon Chavarría
EXAMINADOR	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:

### **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de noviembre de 2011.

  
**Marlon Ariel Rodríguez González**

Guatemala,  
18 de octubre de 2013

Ingeniero  
Francisco Javier Quiñónez de la Cruz  
Coordinador de la Unidad de Investigación  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Quiñónez.

Por este medio hago de su conocimiento que en mi calidad de Asesor, he revisado el trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 - 2010**, desarrollado por el estudiante universitario **Marlon Ariel Rodríguez González**.

El trabajo en mención cumple con los requisitos que exige la Facultad, en consecuencia con los objetivos y contenidos en su programación, por lo que recomiendo continuar con los trámites para su aprobación.

Sin otro particular me despido atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz  
Colegiado 4,540  
Asesor

**MSc. Nicolás Guzmán**  
Ingeniería civil y Sanitaria, Col. 4540

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, 28 de octubre de 2013

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

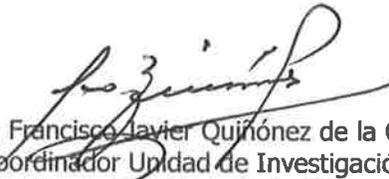
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010, realizado por el estudiante universitario **Marlon Ariel Rodríguez González**, quien contó con la asesoría del Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Saenz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Rodríguez González** cumple con los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,

  
Ing. Francisco Javier Quirón de la Cruz  
Coordinador Unidad de Investigación  
Escuela de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Cc archivo

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz y del Coordinador de la Unidad de Investigación, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Marlon Ariel Rodríguez González, titulado **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 - 2010**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2014.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**, presentado por el estudiante universitario: **Marlon Ariel Rodríguez González**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Recinos  
Decano



Guatemala, enero de 2014

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la sabiduría, el entendimiento y por ser el primero por sobre todas las cosas.
- Mis padres** Ventura Rodríguez Arévalo y Candida Rosa González, por su gran trabajo, dedicación y esmero por verme como un profesional y sobre todo el amor incondicional mostrado en esta travesía de mi vida.
- Mis hermanos** Ever, Usiel, Omar, Keyli y Madelyn Rodríguez, por su amor, cariño y respeto hacia mí.
- Mis amigos** En general, por hacer notar su presencia en cada instante en el que no estuve con mi amada familia.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme sus puertas para engrandecer mi país y ser un profesional de éxito.
<b>Unidad de Becas de la Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme apoyado cuando más lo necesité.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser mí segunda casa en la que alimenté mi alma y mi mente.
<b>Ingeniero Nicolás Guzmán</b>	Por su apoyo incondicional para realizar el presente trabajo de investigación.
<b>Ingeniero Francisco Quiñonez</b>	Por sus sabias palabras de ánimo, consejos y gran conocimiento en el desarrollo de este trabajo.
<b>Mi familia</b>	Tíos, tías, primos y primas por su gran aprecio, apoyo incondicional que me prestaron en todo momento y por creer que este sueño sería hoy y no mañana.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA .....	1
1.1. Ubicación y accesos .....	1
1.2. Monografía .....	2
1.2.1. Historia.....	2
1.2.2. Actualidad.....	5
1.2.3. Geografía.....	7
1.2.4. Clima .....	7
1.2.5. Demografía, vivienda y servicios .....	8
2. PROBLEMÁTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010 .....	11
2.1. Problemática de consumo 2008-2010 en la zona 10.....	11
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	13

4.	RESULTADOS.....	17
4.1.	Entes encargados de la distribución de agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala.....	17
4.2.	Descripción de las plantas de tratamiento de agua potable .....	18
4.2.1.	Planta de tratamiento Lo de Coy .....	18
4.2.2.	Sistema Santa Luisa .....	20
4.3.	Datos obtenidos de los entes encargados de la suministro de agua potable en la zona 10 .....	22
4.4.	Resultados obtenidos de la encuesta.....	23
5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA .....	31
5.1.	Análisis de datos obtenidos de las empresas distribuidoras ....	31
5.2.	Análisis de datos obtenidos de la encuesta realizada .....	35
5.2.1.	Domiciliar.....	36
5.2.2.	Comercial .....	37
5.2.3.	Industrial.....	39
6.	DISCUSIÓN .....	43
6.1.	Domiciliar.....	43
6.2.	Comercial .....	45
6.3.	Industrial.....	48
6.4.	Discusión final .....	51
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES.....	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	57
	APÉNDICE .....	59

ANEXOS ..... 67



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación de las zonas de la ciudad de Guatemala y ubicación de la zona 10 .....	1
2.	Fotografía avenida La Reforma a principios del siglo XX.....	3
3.	Ubicación geográfica planta Lo de Coy.....	20
4.	Ubicación geográfica sistema Santa Luisa.....	21
5.	Consumo de agua en el 2008 .....	31
6.	Consumo de agua en el 2009 .....	32
7.	Consumo de agua en el 2010 .....	33
8.	Consumo de agua para el sector domiciliario .....	37
9.	Consumo de agua para el sector comercial .....	39
10.	Consumo de agua para el sector industrial .....	41
11.	Días de suministro de agua del sector domiciliario .....	44
12.	Horas de suministro de agua por día de sector domiciliario .....	44
13.	Usuarios que cuentan con tanque cisterna del sector domiciliario.....	45
14.	Empresas que suministran agua en el sector comercial .....	46
15.	Días de suministro de agua del sector comercial.....	47
16.	Horas de suministro de agua por día del sector comercial.....	47
17.	Usuarios que cuentan con tanque cisterna del sector comercial .....	48
18.	Días de suministro de agua del sector industrial.....	49
19.	Horas de suministro de agua por día del sector industrial .....	50
20.	Usuarios que cuentan con tanque cisterna del sector industrial .....	50

## TABLAS

I.	Datos de vivienda de la zona 10.....	9
II.	Porcentaje de servicios de la zona 10. ....	9
III.	Tamaño de muestra según ecuación de Fisher y Navarro para el sector comercial .....	14
IV.	Tamaño de muestra evaluada.....	15
V.	Tabla de coberturas de agua potable por zonas.....	18
VI.	Consumo de agua en la zona 10 en los años 2008-2010.....	22
VII.	Valores del consumo de agua obtenidos de la encuesta para el sector domiciliario.....	23
VIII.	Valores del consumo de agua obtenidos de la encuesta para el sector comercial .....	24
IX.	Muestras obtenidas del consumo de agua en metros cúbicos sector industrial.....	24
X.	¿Cuenta con servicio de agua potable?.....	25
XI.	¿El tipo de servicio que usted recibe es? .....	25
XII.	¿La empresa que le presta el servicio de agua es?.....	26
XIII.	¿Cuál es su consumo promedio mensual? .....	26
XIV.	¿Cuántos días a la semana recibe el servicio de agua?.....	27
XV.	¿Durante un día, cuántas horas recibe el servicio de agua? .....	27
XVI.	¿Cuenta con cisterna?.....	28
XVII.	Rango de personas abastecidas .....	28
XVIII.	Usuarios que cuentan con pozo propio y profundidad.....	29
XIX.	Disposición final de los desechos sólidos y líquidos .....	29
XX.	Distribución de frecuencias de consumo de agua en la zona 10 .....	34
XXI.	Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para la zona 10 .....	35

XXII.	Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para la zona 10 .....	36
XXIII.	Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para la zona 10 para el sector comercial .....	38
XXIV.	Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para en sector industrial.....	40



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$Z^2$	Constante relacionada con el nivel de confianza
$\sigma^2$	Desviación estándar
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
$\Delta^2$	Límites del error en la muestra
$\text{m}^3$	Metro cúbico
$\text{m}^3/\text{día}$	Metros cúbicos por día
$\text{m}$	Metros lineales
<b>P 2,5</b>	Percentil 2,5
<b>P 97,5</b>	Percentil 97,5
$n$	Tamaño de la muestra



## **GLOSARIO**

<b>Agua</b>	Es aquella compuesta de dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, vital para la supervivencia del ser humano.
<b>Demografía</b>	Ciencia que estudia a las poblaciones y que trata su dimensión, estructura, y características generales.
<b>Desviación estándar</b>	Es una medida del grado de dispersión de los datos respecto al valor promedio.
<b>DINEL</b>	Directorio Nacional de Empresas y sus locales.
<b>EMPAGUA</b>	Empresa Municipal de Agua.
<b>Latitud</b>	Distancia angular que existe entre la línea del ecuador y un punto del sistema terrestre.
<b>Longitud</b>	Distancia angular que existe entre el meridiano de Greenwich y un punto del sistema terrestre.
<b>Mediana</b>	Es la medida central de un conjunto de datos estadísticos.

<b>Moda</b>	Es el valor que aparece con mayor frecuencia en una serie de datos estadísticos.
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar.
<b>Pozo</b>	Excavación en la superficie terrestre con el objeto de encontrar una reserva de agua subterránea.
<b>Suministro</b>	Abastecimiento de agua a diferentes sectores a través de empresas privadas y públicas.

## **RESUMEN**

La zona 10 se ha convertido en uno de los sitios más importantes de la ciudad de Guatemala, en donde se han establecido grandes hoteles, bares, restaurantes, edificios de apartamentos, centros comerciales y residenciales, atrayendo a una gran fuerza laboral y aumentando la cantidad de trabajadores por comercio. Este aumento en la población laboral supone como consecuencia un aumento en el consumo de agua.

Esta investigación tuvo como fin evaluar el consumo de agua potable de la zona 10 de la ciudad de Guatemala en los años 2008-2010, hace una comparación de los datos obtenidos en una encuesta de campo realizada, con la información proporcionada por la Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala (EMPAGUA). Se recopilaron datos bibliográficos y físicos para realizar un análisis descriptivo del consumo de agua, tomando en cuenta a los diferentes sectores: domiciliario, comercial e industrial. Según resultados de la encuesta, el sector comercial y el industrial, son los sectores que mayor consumo de agua tienen en la zona 10.

Este trabajo forma parte de una investigación macro que se realiza para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT) y la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar el consumo de agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala en el período 2008-2010.

### **Específicos**

1. Determinar las fuentes que abastecen de agua potable a la zona 10 de la ciudad de Guatemala.
2. Determinar cómo se suministra y distribuye el agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala.
3. Establecer los usos del agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala.
4. Estimar el consumo de agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala.



## INTRODUCCIÓN

La Tierra está cubierta en su mayor parte de agua, y casi toda ésta agua es parte de los océanos salados, dejando una pequeña parte que comprende el agua dulce en los ríos, lagos y aguas subterráneas. La calidad y accesibilidad del agua plantea un grave problema de escasez: el 97,5 por ciento de agua de la Tierra está compuesto por agua salada y solamente el 0,3 por ciento del 2,5 por ciento restantes constituye el agua dulce de los ríos y los lagos, que moviliza el ciclo hidrológico anual.<sup>1</sup>

El agua es elemento esencial en la supervivencia de la vida humana, porque de ella dependen las numerosas actividades para su desarrollo biológico, social, cultural y espiritual. Lamentablemente en Guatemala, no se cuenta con una educación ambiental para el cuidado del agua. Uno de los problemas graves que enfrenta la ciudad de Guatemala es la escasez del agua debido al crecimiento poblacional y a su uso desenfrenado e inadecuado, aparte de la extracción subterránea en los edificios residenciales, donde no existen entes encargados para su regulación.

Esta investigación cuenta con información importante de acuerdo a los datos bibliográficos recopilados y a una encuesta realizada en campo. Siendo EMPAGUA la única empresa que cuenta con información sobre el consumo de agua en la zona 10.

En el presente trabajo, se presentan las fuentes que abastecen a la zona 10, las cuales son dos: una de origen subterráneo, donde no se cuenta con

---

<sup>1</sup> Extracto de la página web [ojosdepapel.com](http://ojosdepapel.com), visitada el día 15 de Noviembre de 2011.

información detallada al respecto; y la otra es captada por los ríos Xayá Pixcayá. Y los sistemas que suministra en su mayor parte a la ciudad de Guatemala son: la planta Lo de Coy y el Sistema Santa Luisa.

Fue de suma importancia la realización de una encuesta de campo, con datos reales y valederos, para indicar el promedio de consumo mensual en la zona 10. Se dividió la zona en sector domiciliar, comercial e industrial, donde se indica también las horas de servicio y días con que cuentan con el servicio de agua. Dichos datos permitieron realizar un análisis estadístico descriptivo; y con éstos, una comparación con los datos obtenidos por EMPAGUA.

La investigación ha tenido como prioridad analizar y sistematizar la información recopilada y hacer una descripción de la distribución y consumo del agua potable en la ciudad de Guatemala, en los años 2008-2010. Y con el propósito de contribuir de manera seria y oportuna en el área de investigación científica en la Facultad de Ingeniería, se desarrolló este trabajo como parte de una investigación macro que se realiza para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT) con el propósito de llenar los vacíos de información en la temática del consumo de agua potable en la zona 10.

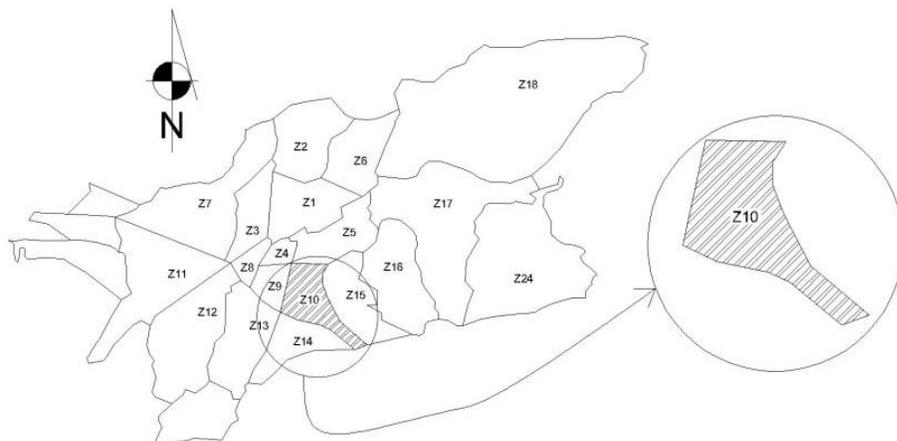
# 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

## 1.1. Ubicación y accesos

La zona 10 de la Ciudad de Guatemala se encuentra ubicada al sur de la zona 5, al noreste del aeropuerto internacional La Aurora, al norte de la zona 14, al sureste de la zona 4, al este de la zona 9 y al oeste de la zona 15.

Para poder ingresar a la zona 10 de la ciudad de Guatemala existen varios accesos sin restricción alguna. Se puede ingresar al oeste sobre avenida La Reforma, al norte sobre la calle Mariscal Cruz sobre la sexta avenida de la zona 10 y sobre el Boulevard Vista Hermosa, al sur sobre la 18 calle Boulevard Los Próceres y sobre la 20 calle de la zona 10.

Figura 1. **Ubicación de las zonas de la ciudad de Guatemala y ubicación de la zona 10**



Fuente: elaboración propia.

## **1.2. Monografía**

Se puede dividir la historia de la zona 10 en dos períodos importantes. En el primer período se encuentra la zona 10 desde sus orígenes y cómo esta, poco a poco, se fue convirtiendo en una zona residencial. Al transcurrir los años, esta zona se fue poblando cada vez más.

### **1.2.1. Historia**

La zona 10 en el siglo XX sufrió cambios abruptos, dando paso al segundo período. Uno de esos cambios se dio en la década de los setentas con la construcción del edificio Géminis. Este edificio marcó el inicio de la transformación del cambio de uso del suelo, de lo que una vez fue residencial, hacia un centro empresarial de suma importancia para la economía del país. Gracias a la construcción de la avenida La Reforma, el terremoto de 1917, la migración de la clase privilegiada, que ayudó a su transformación, de fincas rurales a un área residencial exclusiva.

En sus inicios la zona 10 se encontraba en ejidos, estos eran en su mayoría utilizados como sembradíos y áreas verdes de los indígenas. Para ese entonces, las personas vivían alrededor de la plaza central y los indígenas vivían a sus alrededores.

Estas fincas, donde se encontraba localizada la actual zona 10 (Zona Viva) eran Santa Clara y Clermont. El casco de la finca Santa Clara se localizaba donde actualmente se encuentra la cuadra entre 13 y 14 calle y entre 4 y 5 avenida de la zona 10. El casco de Clermont se encontraba entre la 13 calle a y 14 calle y entre 6 avenida y diagonal 6.

Poco a poco se fueron trazando de forma ortogonal calles y avenidas de lo que en un principio fueron pequeñas ciudades para luego expandirse hasta llegar a unirse. Es importante mencionar que durante la época de la revolución liberal, fueron los alemanes quienes dieron su total apoyo para expropiar las tierras de la iglesia católica. Pero este apoyo tenía otros orígenes por detrás porque el gobierno les otorgó muchas de las tierras para que ellos pudieran cultivar café. De esta forma la iglesia pierde poder y los alemanes adquieren un poder económico muy fuerte en Guatemala.

“En 1894 se elaboró, bajo la dirección de los ingenieros estatales Urrutia y Gómez, un amplio plan regulador para el futuro desarrollo del área urbana, el cual se realizó en las siguientes décadas casi sin modificaciones.”<sup>2</sup>

Figura 2. **Fotografía avenida La Reforma a principios del siglo XX**



Fuente: Prensa Libre, nuestra ciudad.

---

Gustavo Porras Castejón. Nuestra Capital. Prensa Libre, revista Domingo. Consulta: 23 de febrero de 2013.

En 1900, se dio una gran expansión urbana por la continuación de la avenida La Reforma, que llevaba pocos años de haberse construido. En el Directorio Nacional de 1908 se encuentran ya 8 villas de alto rango sobre la avenida La Reforma. También en 1908, la extensión de la ciudad era de 7 kilómetros en dirección norte – sur y sólo 2 kilómetros de oeste a este. La ciudad capital llegó a tener 90 000 habitantes con 14 000 residencias. Esto dicta que la población aumentó en comparación con las cifras de 1893 a 1894 sólo un 15 por ciento pero la cantidad de residencias en 60 por ciento.

Antes del terremoto de 1917 se empezaron a dar las primeras residencias importadas hechas de madera. Estas residencias se localizaron en la zona 9 y 10 de la ciudad. Fueron importadas por miembros de la comunidad alemana. Es muy importante mencionar que estas residencias carecían de patio interior, sin corredores interiores, espacios abiertos, aisladas, con pórticos hacia el exterior, comedor y sala se encontraban a la par, llegaron a ser de uno o dos niveles y con puerta directamente hacia la calle. Estas residencias rompieron con el esquema tradicional de la casa tipo español y adoptaron una tipología alemana.

Unas de las residencias que se dieron durante este período y que aún existe es de la familia Stein, localizada en la esquina de la 3ra. calle y avenida Reforma zona 10. Otro ejemplo es la ahora residencia de la familia García ubicada en la esquina de la 13 calle y avenida Reforma, posteriormente la residencia de la familia Heinemann situada en la esquina de la 13 calle y 4a. avenida zona 10 y la residencia de la familia Hastedt localizada sobre la 6a avenida 3-71 zona 10. Estas residencias de madera fueron importadas de Alemania, Estados Unidos y Canadá. Las residencias son ejemplos de prototipo que se utilizó durante la época del auge cafetalero.

Es importante mencionar que la economía agroexportadora de café creada por los alemanes inmigrantes en Guatemala, hicieron de Guatemala un mercado dinámico. Floreció la actividad comercial, financiera y por supuesto la exportación del café. Esto trajo consigo los inicios de la hotelería y varios servicios como auditoría y contaduría entre otros, haciendo que el centro de la ciudad se convirtiera, aún más, en un área comercial y debido a ello, que la zona 10 se convirtiera en una zona residencial de lujo.

### **1.2.2. Actualidad**

La zona 10 de la ciudad de Guatemala es conocida también como la Zona Viva, cuyo nombre responde a la activa dinámica comercial y de entretenimiento que en ella se desarrolla, debido a la variedad de hoteles, clubes nocturnos, cafés, bares, discotecas, restaurantes y boutiques presentes.

En este sector de la capital de Guatemala es posible encontrar galerías de arte, en las cuales se exhiben y venden obras de artistas de las nuevas corrientes de la plástica guatemalteca.

En la Zona Viva se encuentran establecidos 5 centros comerciales:

- Unicentro
- Los Próceros
- Galerías La Pradera
- Oakland Mall
- The Village

A continuación se detallan las galerías y museos que se encuentran en la zona 10:

- Arte Viva, donde se realizan exposiciones, promociones y la comercialización de obras contemporáneas de artistas jóvenes, y artistas considerados los maestros del arte nacional e internacional, en diferentes técnicas de pintura, grabado, dibujo y escultura.
- Contexto
- Galería El Túnel
- Galería Plástica Contemporánea
- Vértice Galería de Arte
- Rapsodia.
- Museo Ixchel del Traje Indígena, creado en 1977, y cuyo nombre es en honor a la diosa maya prehispánica de la fecundidad y el tejido.
- Jardín Botánico, inaugurado el 29 de diciembre de 1922. Se encuentra en la Avenida Reforma, y alberga diferentes ejemplares de flora guatemalteca, así como especies provenientes de otros continentes. Para el momento de su creación, fue el primero en su categoría en Centroamérica.

Si algo representa a Zona Viva son los numerosos establecimientos que animan la vida nocturna de sus habitantes y los viajeros, al punto de que la lista se hace casi infinita. Entre algunos de los lugares que se pueden mencionar son:

- Retro Bar, donde los asistentes pueden disfrutar de la música de los 80 y los 90.
- Esperanto.
- Cachua.
- Viva Lounge

### **1.2.3. Geografía**

La zona 10 de la ciudad de Guatemala, que está ubicada en el Valle de la Ermita se encuentra a unos 1 592 (msnm), posee temperaturas muy suaves entre los 12 y 28 grados Celsius.

Altitud: 1 592 metros

Latitud: 14° 37' 15" N

Longitud: 90° 31' 36"

### **1.2.4. Clima**

A pesar de la ubicación en los trópicos, debido a su gran elevación sobre el nivel del mar, la zona 10 de la ciudad de Guatemala goza de un clima subtropical de tierras altas. El clima es generalmente muy suave, casi primaveral, a lo largo del año. La temporada de lluvias se extiende de mayo a noviembre mientras que la estación seca abarca el resto del año. En ciudad de Guatemala también tiende a soplar mucho el viento, lo que puede reducir la temperatura aún más evidente.

La ciudad de Guatemala es la capital más fría y más alta de toda Centroamérica, para los meses fríos entre noviembre y febrero las temperaturas mínimas pueden llegar hasta los 3 grados Celsius y las máximas no sobrepasar

los 20 grados. Su temperatura media anual es de 19 grados Celsius. En el invierno, de diciembre a abril, tienen temperaturas que oscilan entre 21 y 5 grados Celsius. Los veranos van de junio a septiembre con temperaturas que oscilan entre 25 y 16 grados Celsius, siendo 0 grados la temperatura más baja históricamente. La humedad relativa media mañana: 84 por ciento, por la noche la humedad relativa: 64 por ciento. El promedio de punto de rocío es de 12 grados Celsius.

#### **1.2.5. Demografía, vivienda y servicios**

La zona 10 de la ciudad de Guatemala es una zona de alto comercio, en el cual se han disminuido las viviendas individuales para convertirlas en grandes centros de comercio, hoteles y edificios financieros. Por lo tanto la fuente laboral ha incrementado en esta zona y ha incrementado de tal manera que la mayoría de la población de la ciudad de Guatemala llega a esta zona en busca de trabajo en donde existe un bajo índice de analfabetismo, violencia, pobreza, inseguridad, haciendo de esta zona un lugar placentero de trabajo.

Es muy importante conocer estos datos de población y a quienes les llegan los servicios básicos de agua, drenaje y energía eléctrica. Haciendo énfasis en la demanda de agua potable en esta zona, se analizará si es suficiente para cubrir el porcentaje de viviendas que existen en esta zona.

El VI censo poblacional y IX censo habitacional realizado en el 2002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), demuestra que un 58,67 por ciento de las viviendas en la zona 10 de la ciudad de Guatemala son casas formales, un 35,63 por ciento cuenta con apartamento, un 4,13 por ciento con palomar, ya no existen casas tipo rancho, un 0,81 por ciento con viviendas improvisadas y un 0,76 de otro tipo de vivienda (ver tabla I).

Tabla I. **Datos de vivienda de la zona 10**

<b>Tipo de Vivienda</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Total de Viviendas	4 314	100%
Casa Formal	2 531	58,67%
Apartamento	1 537	35,63%
Palomar	178	4,13%
Rancho	-	-
Improvisada	35	0,81%
Otro Tipo	33	0,76%

Fuente: INE. IX censo habitacional y VI censo poblacional del 2002.

Tabla II. **Porcentaje de servicios de la zona 10**

<b>Servicio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje de Servicios</b>
Agua	3 017	69,94%
Drenaje	3 249	75,31%
Electricidad	3 372	78,16%

Fuente: INE. IX censo habitacional y VI censo poblacional del 2002.

Según la tabla II el porcentaje de servicios de agua potable equivale a un 69,94 por ciento, de drenaje a un 75,31 por ciento y de energía eléctrica a un 78,16 por ciento lo que significa que un buen porcentaje de la población recibe el agua en sus hogares sin ninguna complicación y que el resto de las viviendas lo recibe ya sea en camiones de pipa o de la extracción con pozos subterráneos.



## **2. PROBLEMÁTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

En la zona 10 de la ciudad de Guatemala, no existen datos actualizados concernientes al consumo de agua potable en los años 2008-2010.

La única empresa que cuenta con datos actualizados del consumo de agua potable por medio de facturación mensual es la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), también cuentan con el registro por usuarios, las fuentes que abastecen a dicha zona, tarifas entre otros.

De igual manera existen empresas privadas que abastecen al sector privado por medio de pozos subterráneos y otras empresas que venden el vital líquido en pipas que llegan a la zona a abastecer a los tanques cisterna de las viviendas.

### **2.1. Problemática de consumo 2008-2010 en la zona 10**

La mayor parte del tiempo se habla de la población en general y de como se consume el vital líquido, la zona 10 tiene la particularidad de tener edificios financieros, comerciales e industriales, sin dejar atrás a los domicilios. Las grandes industrias están teniendo un gran consumo de agua, sin embargo, por cuestiones de seguridad, no proporcionan información al respecto. Algunas industrias y comercios cuentan con pozos subterráneos, pero tampoco dan información al porque no existe un ente encargado de la regulación del agua subterránea. Los pozos en la zona 10 están afectando el manto freático.

Por lo tanto, la problemática suscitada en ésta zona se deriva en aquellos grandes consumidores de agua, los grandes comercios e industrias que dependen de EMPAGUA, haciendo llegar un mínimo porcentaje de agua a los domicilios, quienes por el mismo problema se ven obligados a comprar agua en pipas, pagando una tasa extra para que les lleguen a llenar los tanques cisterna a sus hogares.

A raíz del aumento de edificios y construcciones, la zona 10 esta teniendo una demanda alta de agua. Para que la distribución de agua se equitativa deberá regularse el consumo y la extracción de agua subterránea.

### **3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación se logró gracias a la recopilación de datos bibliográficos relacionados con el consumo de agua potable en la ciudad de Guatemala (gráficos, ilustraciones, cuadros y mapas), consultas en internet, relacionado con el consumo y su distribución. Como primera instancia se solicitó información de datos físicos por medio de asesoría de instituciones que abastecen, utilizan y recopilan información de agua potable.

El trabajo de campo consistió principalmente en realizar una encuesta, entrevistas directas con los usuarios y observación.

Con los datos obtenidos de EMPAGUA, se realizó un análisis estadístico descriptivo del consumo de agua potable en la zona 10. Seguidamente con los datos de la encuesta, tomando en cuenta las áreas residenciales, comerciales e industriales, se realizó una revisión y comparación de los estudios realizados en la zona 10, respecto a la distribución y evaluación del consumo de agua potable en los años 2008-2010.

La cantidad de muestras en el presente trabajo se realizó por medio de la ecuación de Fisher y Navarro (ecuación 1), para una población finita. Gracias a esta ecuación fue posible obtener una muestra exacta de la población a la cual se deseaba encuestar. Por cuestiones de seguridad algunos domicilios, comercios e industrias les fue incomodo dar información del consumo de agua y mas si tienen un pozo privado.

$$(ecuacion 1) \quad n = \frac{N \cdot \sigma^2}{\frac{(N-1)\Delta^2}{Z^2} + \sigma^2}$$

Donde:

$n$  = muestra de estudio.

$\sigma^2$  = desviación estándar, se asume como 0,5

$Z^2$  = constante relacionada con el nivel de confianza, se asume como 1,96

$\Delta^2$  = límite aceptable de error, se asume con 5 por ciento

La información se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y el Directorio Nacional de Empresas y sus locales, para establecer el tamaño de la muestra para el sector comercial, la tabla III ilustra el tamaño de la muestra.

**Tabla III. Tamaño de muestra según ecuación de Fisher y Navarro para el sector comercial**

Cantidad de trabajadores	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	TOTAL	MUESTRA
igual o mayor a 100	10	1	7		12	10	6	4	3	13	3	4	73	31
50 a 99	3	-	8	-	6	10	8	6	1	11	1	3	57	30
20 a 49	10	-	20	-	14	59	53	27	7	59	12	4	265	37
10 a 19	16	-	29	5	20	130	60	35	30	93	9	18	445	38
6 a 9	6	2	29	4	14	172	51	50	20	118	9	27	502	38
													<b>TOTAL MUESTRAS</b>	<b>174</b>

A: agricultura, ganadería, caza y silvicultura

B: explotación de minas y canteras

C: industrias manufactureras

D: suministro de electricidad

E: construcción

Continuación de la tabla III.

F: comercio al por mayor y al menor, reparación de vehículos, motocicletas y efectos personales  
 G: hoteles y restaurantes  
 H: transportes, almacenamiento y comunicaciones  
 I: intermediación Financiera  
 J: enseñanza  
 K: servicios sociales y de salud  
 L: otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales

Fuente: INE y el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales.

La tabla IV ilustra la muestra para los sectores domiciliario, comercial e industrial, según ecuación de Fisher y Navarro. También ilustra la cantidad real de muestras tomadas en campo, ya que por cuestiones de seguridad la mayoría de usuarios de la zona 10 se negaron a llenar la boleta de la encuesta.

Tabla IV. **Tamaño de muestra evaluada**

Tipo de consumo	Cantidad	Muestra según Ecuación	Muestra según Campo
<b>Comercial e Industrial</b>	1 342	174	67
<b>Domiciliario</b>	4 314	327	29
<b>Total Muestras</b>			<b>96</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla IV demuestra que existe una gran cantidad de domicilios, pero no todos proporcionaron información al respecto, por otra parte existe una buena cantidad de comercios e industrias que están registradas en el INE, el resto de los comercios no están registrados por ser comercios pequeños, como

tortillerías y tiendas pequeñas para el consumo personal, habiendo un sin número de ellos.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Entes encargados de la distribución de agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala**

Según el Instituto Nacional de Estadística y el Directorio Nacional de Empresas y sus locales, existen varias empresas registradas para la distribución de agua: Agua Luz, Expansiones Nimja, Plandesa S. A., Compañía de Agua del Pinar y la Empresa de Agua San Fernando S. A., empresas que distribuyen el agua a usuarios de la zona 10. Por otra parte son empresas privadas que no transmiten información del consumo por ser agua subterránea.

La zona 10 se abastece de agua potable en su mayor parte a través del servicio que presta la Municipalidad de Guatemala cubriendo un 90,36 por ciento según tabla V (tabla de coberturas de agua potable por zonas). El resto se abastece a través de pozos, camiones cisterna.

Tabla V. **Tabla de coberturas de agua potable por zonas**

ZONA	HOGARES	MUNICIPAL			OTRO SERVICIO			
		EXCLUSIVO	COMPART	PUBLICO	POZO	CAMION	RIO	OTRO
1	16,568	83.14%	7.45%	2.09%	1.65%	2.60%	0.13%	2.94%
2	5,788	92.10%	3.06%	1.69%	1.04%	0.38%	0.02%	1.71%
3	6,322	75.66%	7.91%	10.61%	0.24%	2.21%	0.02%	3.35%
4	456	72.59%	14.25%	6.36%	0%	3.51%	0%	3.29%
5	15,494	83.57%	11.71%	1.97%	0.70%	0.63%	0%	1.41%
6	17,930	86.72%	4.05%	3.66%	0.67%	1.85%	0.02%	3.02%
7	32,082	78.47%	11.63%	3.28%	0.65%	0.62%	0.30%	5.06%
8	2,913	74.80%	18.40%	2.71%	0%	2.54%	0%	1.54%
9	522	95.59%	0.19%	0.38%	2.68%	0%	0%	1.15%
10	3,381	88.97%	0.27%	1.12%	5.24%	0.59%	0.27%	3.55%
11	9,979	92.28%	3.43%	1.09%	0.19%	0.38%	0%	2.63%
12	10,853	84.73%	8.38%	1.77%	0.41%	1.93%	0.01%	2.76%
13	6,441	77.67%	5.08%	2.00%	2.34%	4.15%	0%	8.76%
14	4,668	81.53%	0.79%	3.45%	2.49%	8.16%	0.04%	3.53%
15	3,826	91.30%	3.37%	2.77%	1.54%	0.18%	0%	0.84%
16	4,324	79.02%	7.56%	6.24%	1.27%	3.77%	0.35%	1.78%
17	5,305	79.72%	5.09%	7.65%	1.06%	5.58%	0.09%	0.81%
18	44,188	78.43%	9.53%	2.35%	2.22%	3.42%	0.32%	3.73%
19	5,812	85.81%	1.69%	1.27%	0.29%	8.21%	0.03%	2.70%
21	17,733	76.59%	9.38%	0.87%	2.52%	5.58%	0.08%	4.99%
24	3,205	80.56%	3.06%	6.71%	3.59%	1.50%	1.44%	3.15%
25	4,179	73.27%	3.33%	1.94%	6.41%	9.33%	2.03%	3.69%
TOTALES	221,969	81.45%	7.81%	2.80%	1.49%	2.75%	0.20%	3.49%

Fuente: IX censo de habitación y VI censo de población 2002, INE.

## 4.2. Descripción de las plantas de tratamiento de agua potable

Es el conjunto de estructuras en las que se trata el agua, de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios.

### 4.2.1. Planta de tratamiento Lo de Coy

Terminado en 1978, el acueducto Xayá-Pixcayá es la obra más grande en materia de abastecimiento de agua en Guatemala, el cual abastece a la planta de tratamiento Lo de Coy y que a su vez produce el 39 por ciento del agua potable que distribuye EMPAGUA en la ciudad de Guatemala.

Ubicación: km. 17,5 carretera Interamericana, Mixco

Producción diaria: 140 000 m<sup>3</sup>

Latitud: 1 617 853,75

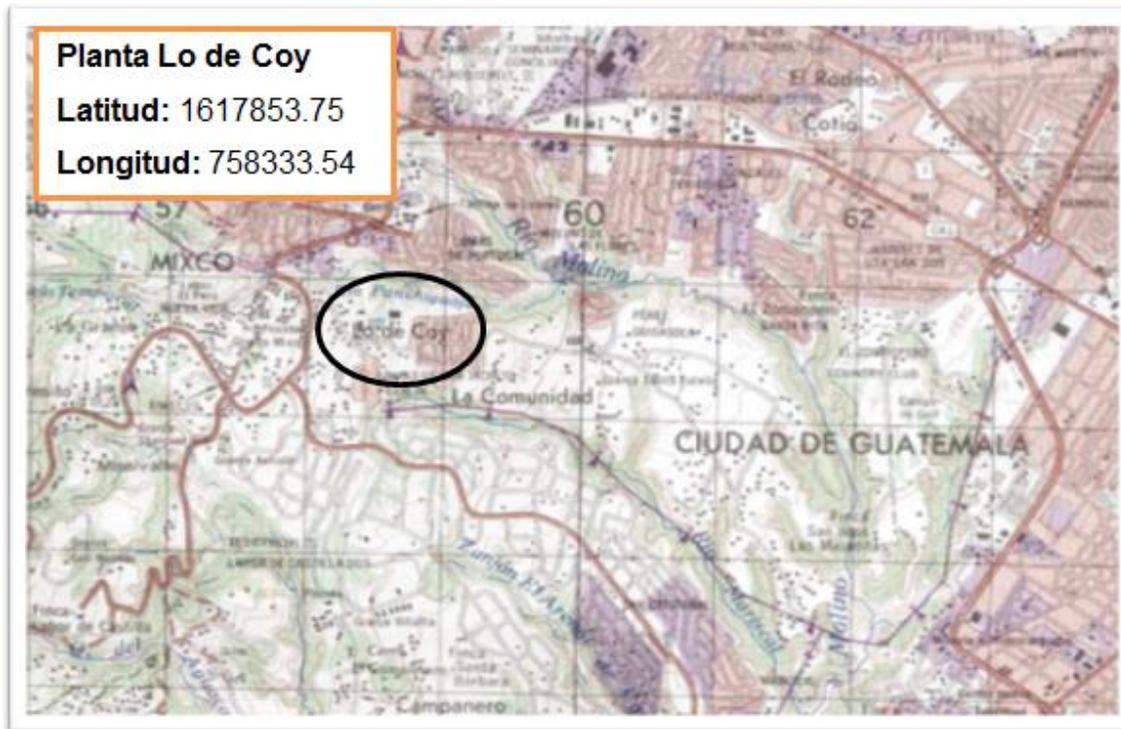
Longitud: 758 333,54

En octubre de 1961, el gobierno de Guatemala con el fin de ayudar a enfrentar la escasez de agua potable, decidió hacer estudios para traer a la ciudad capital el agua de los ríos Xayá y Pixcayá. Para el efecto se encargó a ingenieros guatemaltecos la preparación de un anteproyecto, que fue terminado a principios de 1962.

La Municipalidad de Guatemala, por otra parte, había preparado otros estudios para traer agua de los mismos ríos a la ciudad capital pero en diferente ruta. Después de tres años de deliberaciones para escoger el proyecto más conveniente y de otros cuatro en que estas se prolongaron se inició la obra a principios de 1971.

El acueducto Xayá-Pixcayá lo constituyen la presa de derivación La Sierra, la presa de derivación El Tesoro y líneas de conducción. La planta de tratamiento Lo de Coy consta de 1 canal de entrada 3 floculadores, 4 sedimentadores y 6 filtros.

Figura 3. **Ubicación geográfica planta Lo de Coy**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN, Hoja 1:50 000 No. 2059 I. 1966.

#### **4.2.2. Sistema Santa Luisa**

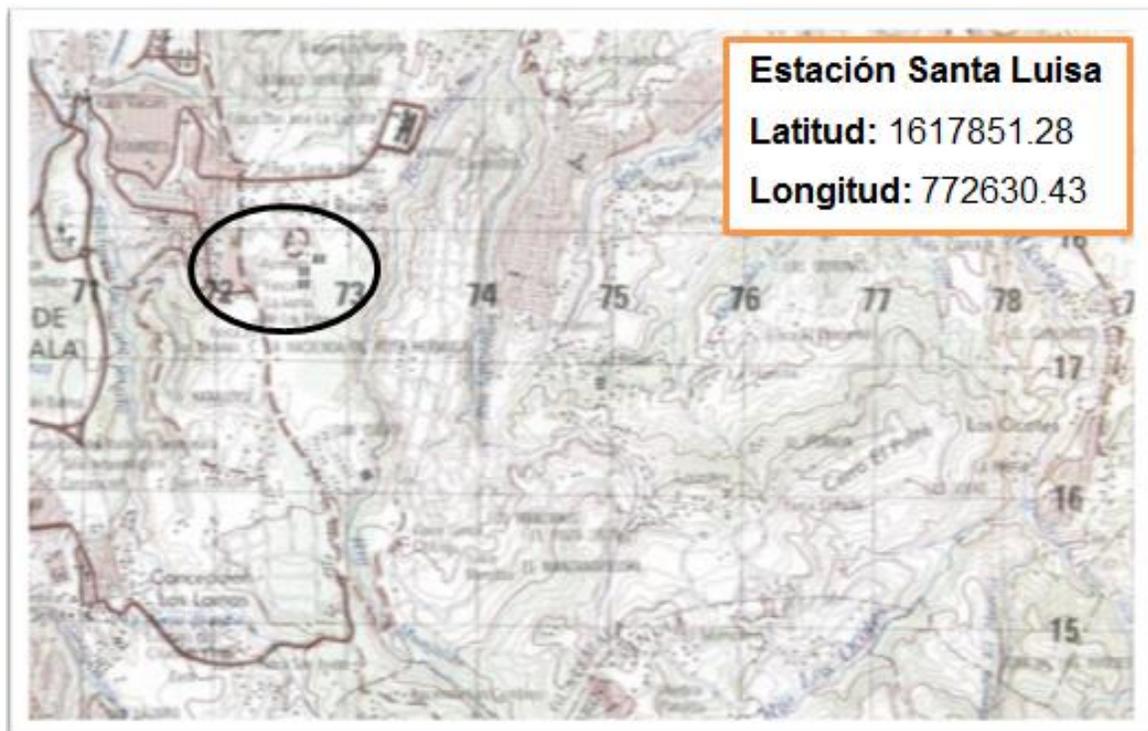
El sistema Santa Luisa abastece a la zona 10 parcialmente. La construcción del sistema se registra en el siglo XIX, pero hasta 1938 dio inicio como planta de tratamiento al introducirle las aguas de la presa El Teocinte. En 1954 se le aumentó la capacidad para tratar mayores caudales. El terremoto de 1976 obligó a cambiar uno de los sedimentadores de flujo convencional por uno nuevo de flujo laminar. En 1996 el sistema de filtración y aplicación de químicos de la Planta Santa Luisa fue rehabilitado con el apoyo técnico y financiero de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA).

Ubicación: Acatán, Santa Rosita, zona 16

Producción diaria: 10 000,00 m<sup>3</sup>.

En la actualidad, la planta de tratamiento Santa Luisa consta de 4 vertederos de entrada, 1 punto para dosificación de químicos, un floculador, 2 sedimentadores y 6 filtros, 1 tanque elevado y 2 tanques de almacenamiento.

Figura 4. **Ubicación geográfica sistema Santa Luisa**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN, Hoja 1:50 000 No. 2159 IV. 1966.

#### 4.3. Datos obtenidos de los entes encargados de la suministración de agua potable en la zona 10

La forma como EMPAGUA factura el consumo al usuario es por metros cúbicos consumidos, la tabla VI muestra la cantidad de metros cúbicos facturados por año y mes para la zona 10 de la ciudad de Guatemala.

Tabla VI. Consumo de agua en la zona 10 en los años 2008-2010

MES	Volumen m3		
	AÑO 2008	AÑO 2009	AÑO 2010
ENE	5 717 114	6 064 941	5 586 541
FEB	5 585 604	5 618 640	5 563 178
MAR	5 610 669	5 382 222	5 188 468
ABR	5 680 609	5 691 250	5 436 916
MAY	5 847 586	5 322 578	5 508 834
JUN	5 833 316	5 766 473	6 019 197
JUL	5 989 993	5 321 388	5 519 422
AGO	5 430 480	5 797 277	5 857 439
SEP	5 586 477	5 522 499	5 721 267
OCT	5 556 154	5 374 385	5 781 844
NOV	5 855 709	5 605 051	5 787 408
DIC	5 195 976	5 484 030	5 748 504
<b>TOTAL</b>	<b>67 889 687</b>	<b>66 950 734</b>	<b>67 719 018</b>
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>	<b>5 657 474</b>	<b>5 579 228</b>	<b>5 643 252</b>

Fuente: EMPAGUA, coordinación de facturación.

Como se logra apreciar en la tabla anterior el consumo promedio mensual del 2009 fue menor al año anterior y el siguiente año volvió a subir, obteniendo un promedio del consumo de agua entre 2008-2010 de 5 626 651 metros

cúbicos. Esto es resultado de la relación que existe entre usuarios, siendo esta zona una zona de comercio el consumo tiende a mantenerse estable.

#### 4.4. Resultados obtenidos de la encuesta

Siguiendo la metodología expuesta al inicio del presente trabajo, se obtuvo datos específicos con la encuesta presentada a cada usuario de la zona 10. Esta se presenta a continuación.

Tabla VII. **Valores del consumo de agua obtenidos de la encuesta para el sector domiciliar**

<b>Boleta No.</b>	<b>Consumo de Agua (m3)</b>	<b>Boleta No.</b>	<b>Consumo de Agua (m3)</b>	<b>Boleta No.</b>	<b>Consumo de Agua (m3)</b>
<b>1</b>	3	<b>11</b>	26,8	<b>21</b>	53,6
<b>2</b>	4	<b>12</b>	26,8	<b>22</b>	57,62
<b>3</b>	6	<b>13</b>	30	<b>23</b>	60,3
<b>4</b>	9,38	<b>14</b>	30	<b>24</b>	61,64
<b>5</b>	10,05	<b>15</b>	32,16	<b>25</b>	67
<b>6</b>	16,75	<b>16</b>	33,5	<b>26</b>	67
<b>7</b>	18,76	<b>17</b>	33,5	<b>27</b>	67
<b>8</b>	20,1	<b>18</b>	33,5	<b>28</b>	93,8
<b>9</b>	20,1	<b>19</b>	49,58	<b>29</b>	120,6
<b>10</b>	20,1	<b>20</b>	53,6		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Valores del consumo de agua obtenidos de la encuesta para el sector comercial**

Boleta No.	m3	Boleta No.	m3	Boleta No.	m3	Boleta No.	m3	Boleta No.	m3	Boleta No.	m3
1	2	11	13,4	21	26,8	31	40,2	41	60,3	51	107,2
2	4	12	15	22	26,8	32	42,21	42	67	52	117,25
3	4	13	16,62	23	26,8	33	42,88	43	67	53	120,6
4	4	14	16,75	24	26,8	34	42,88	44	67	54	120,6
5	8	15	16,75	25	26,8	35	43,55	45	75	55	160,8
6	8	16	20,1	26	28,14	36	43,55	46	80,4	56	201
7	13,4	17	20,1	27	33,5	37	53,6	47	93,8	57	268
8	13,4	18	20,1	28	34	38	53,6	48	100,5	58	335
9	13,4	19	23,45	29	36,18	39	53,6	49	100,5	59	603
10	13,4	20	26,8	30	40,2	40	53,6	50	107,2		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Muestras obtenidas del consumo de agua en metros cúbicos sector industrial**

Boleta No.	Consumo de Agua (m3)	Boleta No.	Consumo de Agua (m3)
1	26,8	5	214,4
2	46,23	6	268
3	97,15	7	335
4	190	8	760

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados de las preguntas realizadas en la encuesta.

Tabla X. **¿Cuenta con servicio de agua potable?**

Tipo de Consumo	Cuenta con Servicio de Agua	
	Cantidad	
	Si	No
Residencial	29	0
Comercial	59	0
Industrial	8	0
<b>Total</b>	96	0

Fuente: elaboración propia.

Todos los comercios y domicilios que se consultaron reciben el servicio de agua como se puede apreciar en la tabla X.

Tabla XI. **¿El tipo de servicio que usted recibe es?**

Tipo de Consumo	Tipo de Servicio		
	Cantidad		
	Público	Privado	Propio
Residencial	29	0	0
Comercial	54	4	1
Industrial	7	0	1
<b>Total</b>	90	4	2

Fuente: elaboración propia.

El tipo de servicio de agua es principalmente público. En la tabla XI se observa que la mayoría de la población encuestada, cuenta con este tipo de servicio.

Tabla XII. ¿La empresa que le presta el servicio de agua es?

Tipo de Consumo	Empresa que presta el Servicio de Agua		
	Cantidad		
	EMPAGUA	Mariscal	Otro
Residencial	29	0	0
Comercial	52	2	5
Industrial	7	0	1
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>2</b>	<b>6</b>

Fuente: elaboración propia.

En su mayor parte, EMPAGUA es la empresa que suministra el servicio de agua a los diferentes sectores de la zona 10. En las boletas, los usuarios de los sectores comercial e industrial, aseguran obtener el líquido de esta empresa, solamente dos respondieron obtener agua de la empresa Mariscal y seis indicaron obtener agua de otro lugar, como por ejemplo, agua subterránea.

Tabla XIII. ¿Cuál es su consumo promedio mensual?

Tipo de Consumo	Rango de Consumo en m3						
	Cantidad						
	0-50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	300 o más
Residencial	19	9	1	0	0	0	0
Comercial	36	13	5	1	1	1	2
Industrial	2	1	0	1	1	1	2
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla XIII muestra un consumo entre 0 y 50 metros cúbicos mensuales para los diferentes sectores.

Tabla XIV. **¿Cuántos días a la semana recibe el servicio de agua?**

Tipo de Consumo	Rango de días del suministro de agua		
	Cantidad		
	1-3 días	4-5 días	6-7 días
Residencial	28	0	1
Comercial	1	3	55
Industrial	0	0	8
<b>Total</b>	29	3	64

Fuente: elaboración propia.

La tabla XIV indica que en su mayoría, los usuarios del sector residencial indicaron recibir el servicio de agua entre 1 y 3 días a la semana, mientras que en los sectores comercial e industrial en un mayor porcentaje, indicaron recibir el servicio entre 6 y 7 días a la semana.

Tabla XV. **¿Durante un día, cuántas horas recibe el servicio de agua?**

Tipo de Consumo	Rango de horas del suministro de agua		
	Cantidad		
	0-6 hrs	7-12 hrs	13-24 hrs
Residencial	11	6	12
Comercial	10	4	45
Industrial	0	1	7
<b>Total</b>	21	11	64

Fuente: elaboración propia.

Según tabla XV, los domicilios, comercios e industrias, indicaron recibir el servicio de agua, en la mayoría de los casos, entre 13 y 24 horas diarias.

Tabla XVI. ¿Cuenta con cisterna?

Tipo de Consumo	Usuarios que cuentan con Cisterna	
	Cantidad	
	Si	No
Residencial	16	13
Comercial	44	15
Industrial	8	0
<b>Total</b>	68	28

Fuente: elaboración propia.

En total, el 70,83 por ciento de toda la población encuestada, indicó que hacen uso de cisterna para abastecerse.

Tabla XVII. Rango de personas abastecidas

Tipo de Consumo	Rango de usuarios abastecidos			
	Cantidad			
	1-15.	16-30	31-50	51-100
Residencial	29	0	0	0
Comercial	51	4	2	2
Industrial	4	3	0	1
<b>Total</b>	84	7	2	3

Fuente: elaboración propia.

Para todos los sectores, según tabla XVII, indica que en la mayoría de los casos, los usuarios tienen entre 1 y 15 personas por domicilio, comercio o industria.

Tabla XVIII. **Usuarios que cuentan con pozo propio y profundidad**

Tipo de Consumo	Usuarios que cuentan con pozo propio	
	Cantidad	
	Número de usuarios	Profundidad (m)
Residencial	0	0
Comercial	5	30
Industrial	1	60
<b>Total</b>	6	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Disposición final de los desechos sólidos y líquidos**

Tipo de Consumo	Desecho líquido	Desecho sólido	
	Alcantarillado Municipal	Vertedero Municipal	Vertedero Privado
Residencial	29	29	0
Comercial	59	55	4
Industrial	8	8	4
<b>Total</b>	96	92	8

Fuente: elaboración propia.

Según tabla XIX, la Municipalidad de Guatemala es encargada de transportar los desechos sólidos al vertedero municipal, los desechos líquidos son transportados a través del alcantarillado municipal. Y en un mínimo porcentaje se encarga la iniciativa privada del desecho sólido para el sector comercial e industrial; 4 de las 8 industrias usan el vertedero municipal y el privado, ya que no todos los desechos sólidos los puede tratar la Municipalidad de Guatemala.

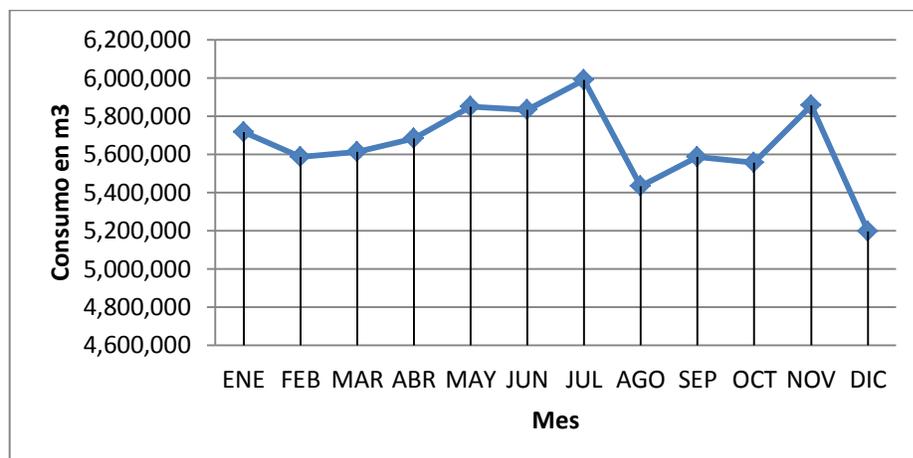


## 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

### 5.1. Análisis de datos obtenidos de las empresas distribuidoras

En relación a la tabla VI, que contiene información del consumo de agua, se obtuvo el siguiente análisis en los años 2008-2010, donde el consumo promedio mensual fue de 5 657 474 metros cúbicos en el 2008, en la figura 5 se aprecia que, el mes de julio fue el mas alto en el consumo del vital líquido en la zona con 5 989 993 metros cúbicos consumidos, mientras que diciembre presenta el mes de menor consumo con 5 195 976 metros cúbicos.

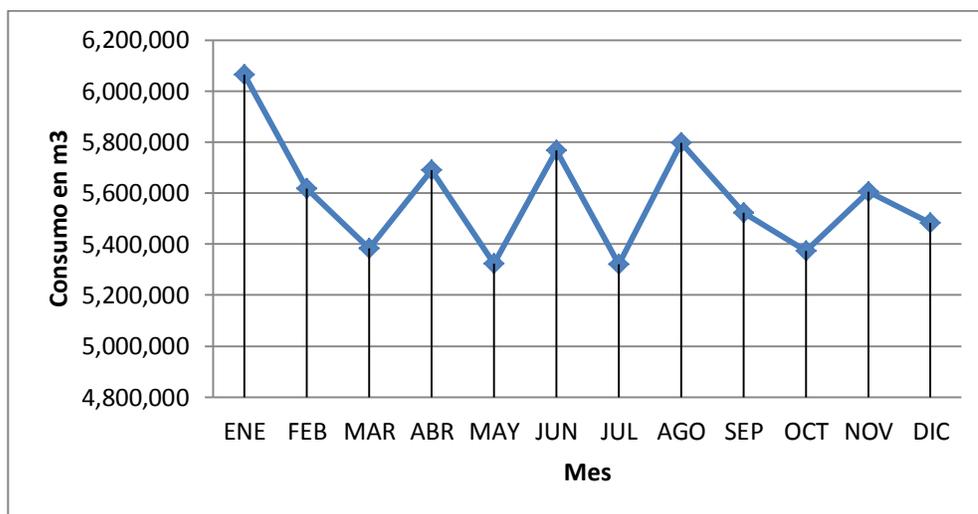
Figura 5. Consumo de agua en el 2008



Fuente: elaboración propia.

El consumo promedio mensual para el 2009 fue de 5 579 228 metros cúbicos, la figura 6 muestra que el mes de enero fue el más alto en el consumo de la zona con 6 064 941 metros cúbicos consumidos, siendo julio el mes de menor consumo con 5 321 388 metros cúbicos.

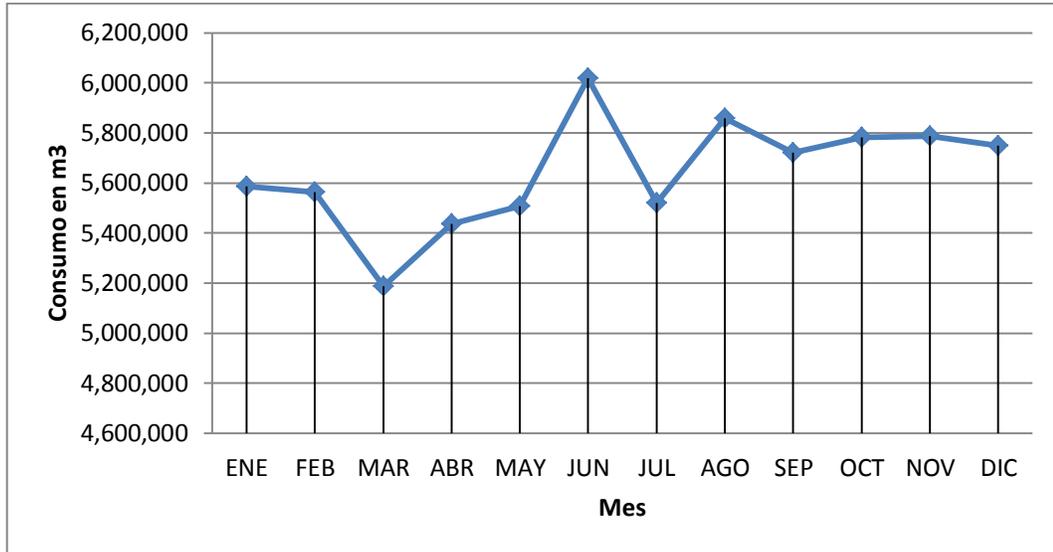
Figura 6. **Consumo de agua en el 2009**



Fuente: elaboración propia.

El consumo promedio mensual para el 2010 fue de 5 643 252 metros cúbicos, la figura 7 muestra que el mes de junio registra un consumo mas alto que el resto con 6 019 197 metros cúbicos consumidos, registrándose marzo como el mes de menor consumo con 5 188 468 metros cúbicos.

Figura 7. Consumo de agua en el 2010



Fuente: elaboración propia.

Gracias a la información proporcionada por EMPAGUA (ver tabla VI), se muestra un análisis de datos descriptivos obtenidos por medio de la tabla XX de frecuencias acumuladas para el consumo de agua potable en la zona 10 de la ciudad de Guatemala.

Tabla XX. **Distribución de frecuencias de consumo de agua en la zona 10**

Intervalo		Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Marca de Clase
Consumo de agua en m <sup>3</sup>				
5 188 468	5 298 027	2	2	2 703 793
5 298 028	5 407 586	4	6	5 352 807
5 407 587	5 517 145	4	10	5 462 366
5 517 146	5 626 705	10	20	5 571 926
5 626 706	5 736 264	4	24	5 681 485
5 736 265	5 845 823	6	30	5 791 044
5 845 824	5 955 382	3	33	5 900 603
5 955 383	6 064 941	3	36	6 010 162

Fuente: elaboración propia.

La frecuencia es la cantidad de muestras que aparecen en cada intervalo, siendo la frecuencia acumulada la sumatoria sucesiva de la frecuencia y por último la marca de clase es el promedio de los intervalos de consumo de agua en metros cúbicos, a continuación se presentan las medidas de tendencia central obtenidas de la tabla XXI.

Tabla XXI. **Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para la zona 10**

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Consumo en m<sup>3</sup></b>
Media	5 639 170,60
Mediana	5 610 669,00
Moda	5 610 673,00
Desviación estándar	206 361,16
Varianza de la muestra	42 584 926 740,54
Coeficiente de asimetría	0,04
Curtosis	-0,35
Mínimo	5 195 976,00
Máximo	6 064 941,00
Percentil 2,5%	5 321 388
Percentil 97,5%	6 019 197

Fuente: elaboración propia.

La media sobrepasa a la mediana con 28 501,60 metros cúbicos haciendo de la curva asimétrica, equivalente a un 0,51 por ciento más respecto a la mediana. La desviación estándar equivale a un 3,66 por ciento, lo que significa una buena desviación sin alejarse mucho de la mediana. La curtosis negativa representa que los datos no son lo suficientemente dispersos en toda la curva.

## **5.2. Análisis de datos obtenidos de la encuesta realizada**

Con la información obtenida de la encuesta se obtienen las tablas mostradas a continuación, que constan del análisis estadístico descriptivo necesario para observar el comportamiento del consumo de agua en la zona 10 en los diferentes sectores domiciliario, comercial e industrial.

### 5.2.1. Domiciliar

La tabla VII contiene información recopilada por la encuesta. Según tabla IV, para 4 314 viviendas da como resultado 327 boletas, pero se tomaron 29 muestras en campo, debido a que muchos usuarios no proporcionaron datos por cuestiones de seguridad.

Para realizar el análisis de datos descriptivos se utilizaron los datos de la tabla VII, en la tabla XXII se presentan las medidas de tendencia central, resultados para tener un mejor entendimiento del comportamiento del consumo que esta teniendo la zona 10.

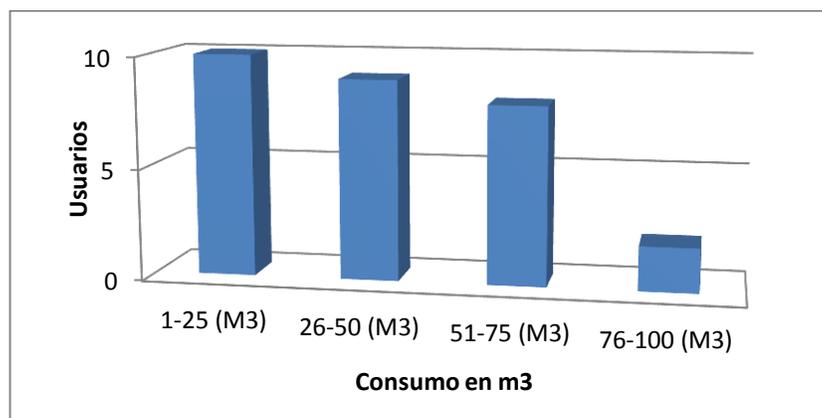
Tabla XXII. **Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para la zona 10**

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Consumo en m<sup>3</sup></b>
Media	38,84
Mediana	32,6
Moda	20,1
Desviación estándar	27,88
Varianza de la muestra	777,25
Coficiente de asimetría	1,06
Curtosis	1,26
Mínimo	3
Máximo	120,6
Percentil 2.5%	6
Percentil 97.5%	93,8

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se detalla un histograma del consumo de agua en relación a los usuarios. La figura indica que un mayor número de consumidores consumen entre 1 y 25 metros cúbicos mensuales y un número pequeño entre 76 y 100 metros cúbicos.

Figura 8. **Consumo de agua para el sector domiciliar**



Fuente: elaboración propia. Histograma calculado con programa Excel 2010.

### 5.2.2. Comercial

La tabla VIII detalla información obtenida por la encuesta. Según tabla IV, la cantidad de boletas para el sector comercial e industrial fue de 174 para 324 comercios e industrias según datos proporcionados por el INE, pero se muestrearon 59, debido a que la mayoría de usuarios no proporcionaron datos.

A partir de la tabla VIII se obtiene la tabla XXIII, medidas de tendencia central, en donde se puede observar el comportamiento del consumo de agua del sector comercial en la zona 10.

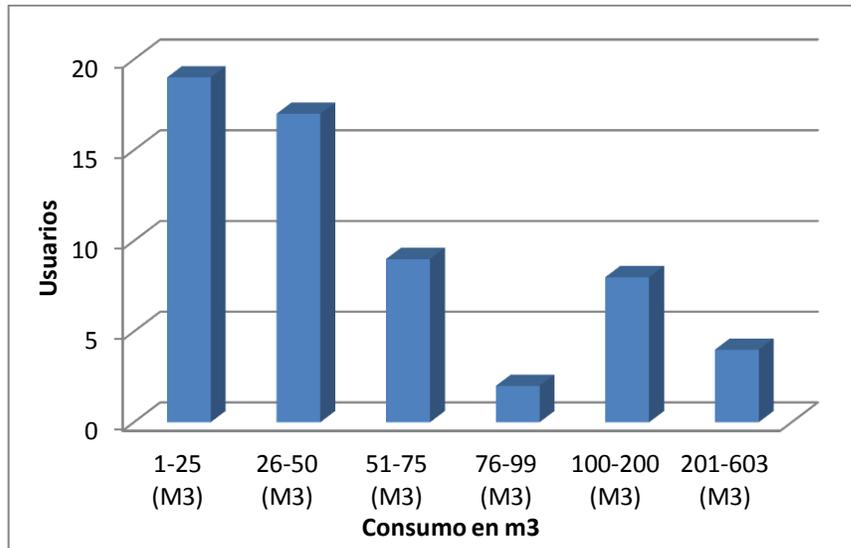
Tabla XXIII. **Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para la zona 10 para el sector comercial**

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Consumo en m<sup>3</sup></b>
Media	66,11
Mediana	40,2
Moda	26,8
Desviación estándar	94,37
Varianza de la muestra	8 907,41
Coefficiente de asimetría	3,88
Curtosis	18,67
Mínimo	2
Máximo	603
Percentil 2,5%	4
Percentil 97,5%	335

Fuente: elaboración propia.

La figura 9 detalla un histograma del consumo de agua en relación a los usuarios para el sector comercial, en el que la curtosis tiende a tener una gran concentración de datos en el consumo de agua.

Figura 9. **Consumo de agua para el sector comercial**



Fuente: elaboración propia.

### 5.2.3. Industrial

En el sector industrial solamente se tomaron 8 boletas. Según tabla IV, la cantidad de encuestas para el sector comercial e industrial fue de 174 para 1,324 comercios e industrias según datos proporcionados por el INE, al momento de encuestar las industrias de esta zona, se negaban a dar información al respecto ya que este sector es el que cuenta con la mayoría de pozos existentes en la zona 10.

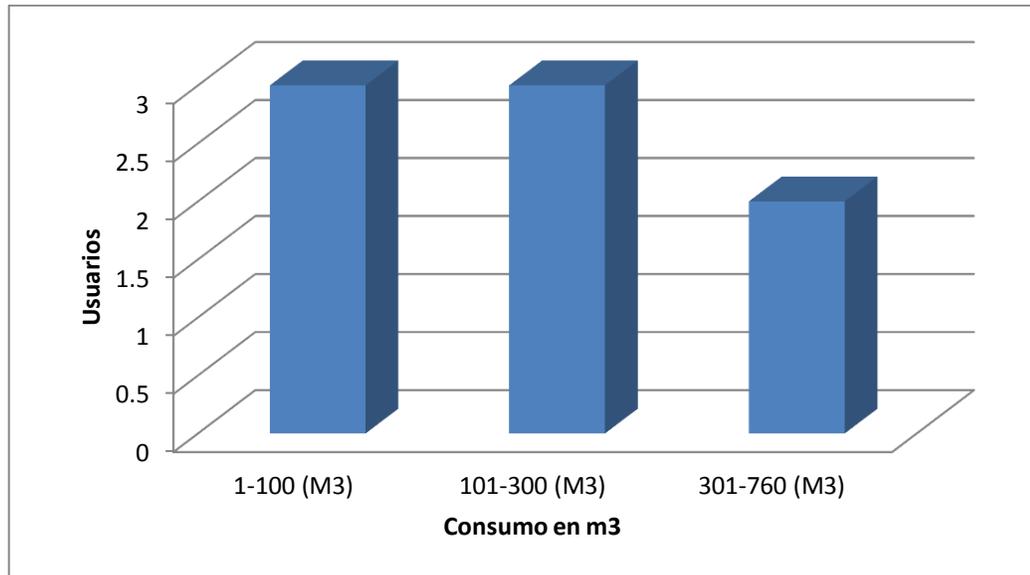
Tabla XXIV. **Medidas de tendencia central para el consumo de agua en metros cúbicos para el sector industrial**

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Consumo en m<sup>3</sup></b>
Media	242,20
Mediana	83,1
Moda	No existen valores
Desviación estándar	235,05
Varianza de la muestra	5 5247,56
Coficiente de asimetría	1,74
Curtosis	3,64
Mínimo	26,8
Máximo	760
Percentil 2.5%	46,23
Percentil 97.5%	335

Fuente: elaboración propia.

En la figura 10 se muestra que el sector comercial de la zona viva tiene un consumo alto de agua, que oscila entre 1 y 300 metros cúbicos mensuales y un menor porcentaje entre 301 y 760 metros cúbicos.

Figura 10. **Consumo de agua para el sector industrial**



Fuente: elaboración propia.



## 6. DISCUSIÓN

### 6.1. Domiciliar

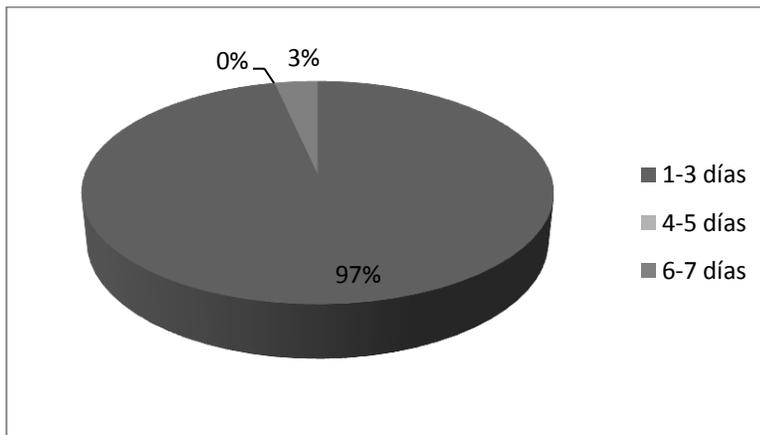
En relación con los datos estadísticos obtenidos se tiene que la media en el consumo de agua potable en la zona 10 para el sector domiciliar es de 38,84 metros cúbicos mensuales. La mediana se registra con un valor de 32,6 metros cúbicos, con una moda de 20,1 metros cúbicos. La curtosis positiva indica una buena dispersión de los datos en el consumo de agua de la zona 10. El 97,5 por ciento de la población encuestada consume 93,8 metros cúbicos mensuales y el 2,5 por ciento 6 metros cúbicos, debido a las horas de suministro y a los pocos días de la semana que llega el agua a los hogares.

Los domicilios de la zona 10 son abastecidos en su mayor parte del servicio que presta la Municipalidad de Guatemala EMPAGUA, cubriendo un 90,44% según tabla V (tabla de coberturas de agua potable por zonas). En un mínimo porcentaje, se abastece de El Mariscal y otros como por ejemplo, agua subterránea. Por lo que al realizar la comparación de los datos proporcionados por EMPAGUA y los datos obtenidos de la encuesta, efectivamente la Empresa Municipal es la encargada, en un mayor porcentaje, del suministro de agua.

En cuanto a los días de suministro del servicio, un 97 por ciento indicó que recibe el agua entre 1 y 3 días; y un 3 por ciento, entre 6 y 7 días a la semana, ver figura 11. En cuanto a las horas de suministro durante el día un 41 por ciento de los usuarios recibe el agua de 13 a 24 horas al día, un 38 por ciento de 0 a 6 horas diarias y un 21 por ciento entre 7 y 12 horas diarias, ver figura 12. Todos los domicilios utilizan el alcantarillado y vertedero municipal para la

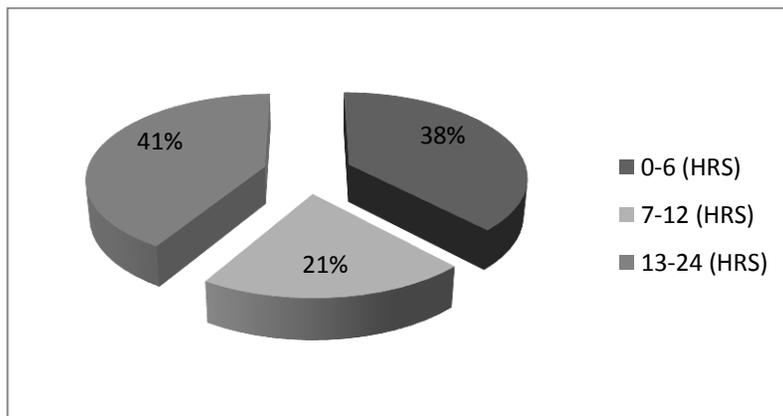
disposición final de sus desechos líquidos y sólidos. Debido a las horas de suministro de agua un 55 por ciento de los usuarios encuestados cuenta con tanque cisterna en su vivienda, ver figura 13.

Figura 11. **Días de suministro de agua del sector domiciliario**



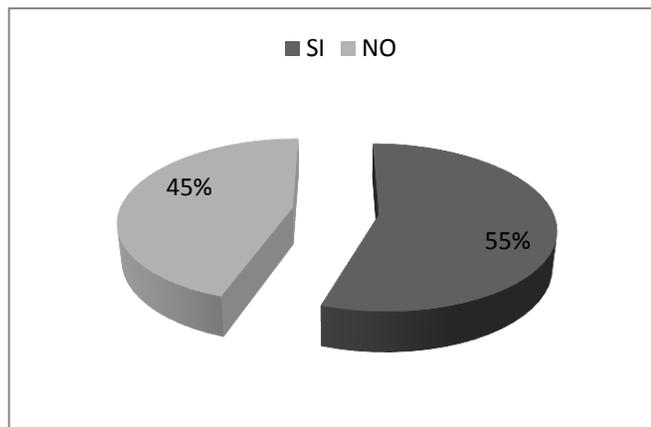
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Horas de suministro de agua por día de sector domiciliario**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Usuarios que cuentan con tanque cisterna del sector domiciliario**



Fuente: elaboración propia.

## 6.2. Comercial

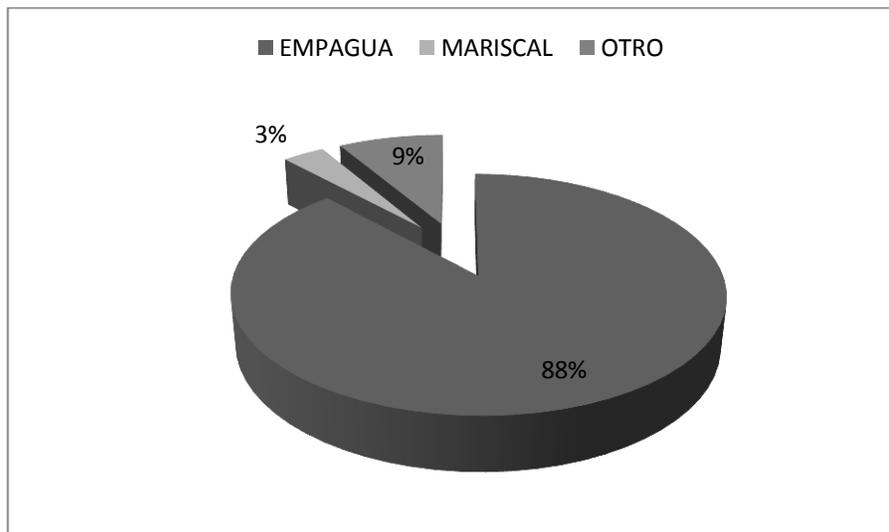
La media en el consumo de agua potable para el sector comercial es de 66,11 metros cúbicos mensuales por comercio. La mediana es de 40,2 metros cúbicos, con una moda de 26,8, valor que más se repite en las muestras. La desviación estándar se aleja respecto a la mediana con una diferencia de 54,17 metros cúbicos. La curtosis es un poco alta, indica que hay una gran concentración de los datos en el consumo de agua de la zona 10. El 97,5 por ciento de la población encuestada consume 335 metros cúbicos mensuales y el 2,5 por ciento 4 metros cúbicos, esto se debe a que la mayoría de comercios no pueden quedarse sin agua indicando que un buen porcentaje tiene una gran demanda de agua en la zona 10.

El 88 por ciento de la población encuestada indicó contar con el servicio que EMPAGUA brinda, un 3 por ciento recibe agua del Mariscal y un 9 por

ciento es de tipo privado, donde cuentan con pozo propio, ver figura 14. En cuanto a los días de suministro del servicio, un 93 por ciento indicó que recibe el agua toda la semana, un 5 por ciento de 4 a 5 días a la semana y un 2 por ciento de 1 a 3 días, ver figura 15. En cuanto a las horas de suministro durante el día un 76 por ciento de los comercios recibe el agua de 13 a 24 horas al día, un 17 por ciento de 0 a 6 horas diarias y un 7 por ciento entre 7 y 12 horas diarias, ver figura 16.

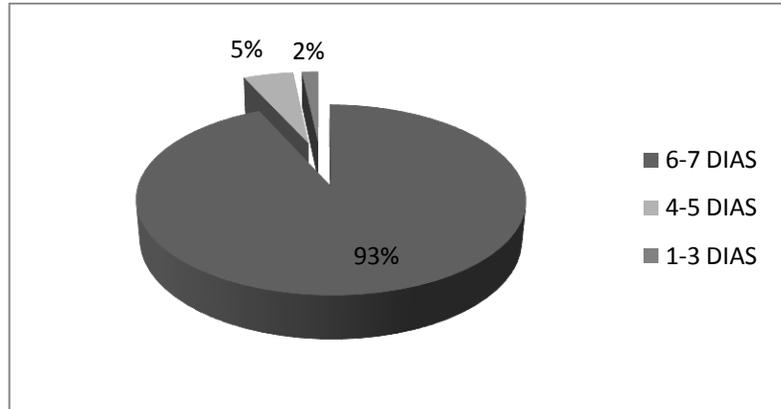
El 100 por ciento de los comercios utilizan el alcantarillado municipal para los desechos líquidos; un 93 por ciento utiliza el vertedero municipal y el 7 por ciento restante, vertedero privado, para la disposición final de sus desechos sólidos. Debido a las horas de suministro de agua un 75 por ciento de los usuarios encuestados cuenta con tanque cisterna, ver figura 17.

Figura 14. **Empresas que suministran agua en el sector comercial**



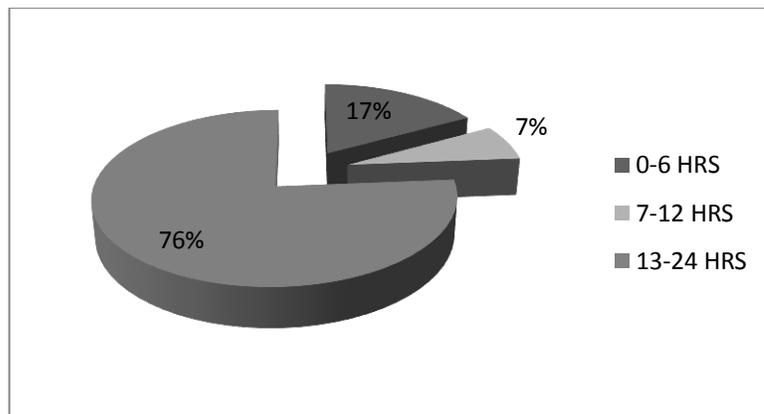
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Días de suministro de agua del sector comercial**



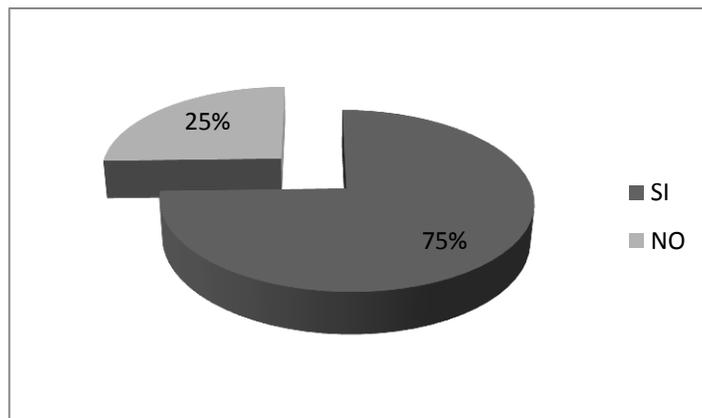
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Horas de suministro de agua por día del sector comercial**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Usuarios que cuentan con tanque cisterna del sector comercial**



Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Industrial

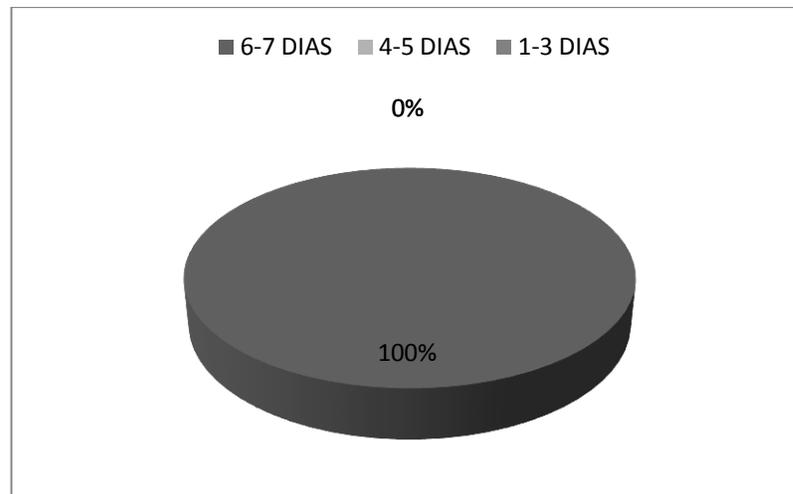
La media en el consumo de agua potable para el sector industrial oscila entre los 242,20 metros cúbicos. La mediana con un valor de 83,1 metros cúbicos, con una moda que no registra dato, ya que no se repiten los datos en la encuesta. La desviación estándar se ve muy alejada respecto a la mediana. La curtosis positiva y pequeña indica una baja pero buena dispersión de los datos en el consumo de agua de la zona 10. El 97,5 por ciento de la población encuestada consume 335 metros cúbicos mensuales y el 2,5 por ciento, 46,23 metros cúbicos.

Un 88 por ciento de la población encuestada indicó contar con el servicio de EMPAGUA y un 12 por ciento de otro tipo. En cuanto a los días de suministro del servicio, toda la población encuestada indicó que el suministro les llega entre 6 y 7 días a la semana, ver figura 18. En cuanto a las horas de

suministro durante el día un 88 por ciento de los usuarios recibe el agua de 13 a 24 horas al día, la mayor parte del día y un 12 por ciento entre 7 y 12 horas diarias, ver figura 19. De todas las industrias encuestadas solamente una indicó tener un pozo privado con una profundidad de 60 metros.

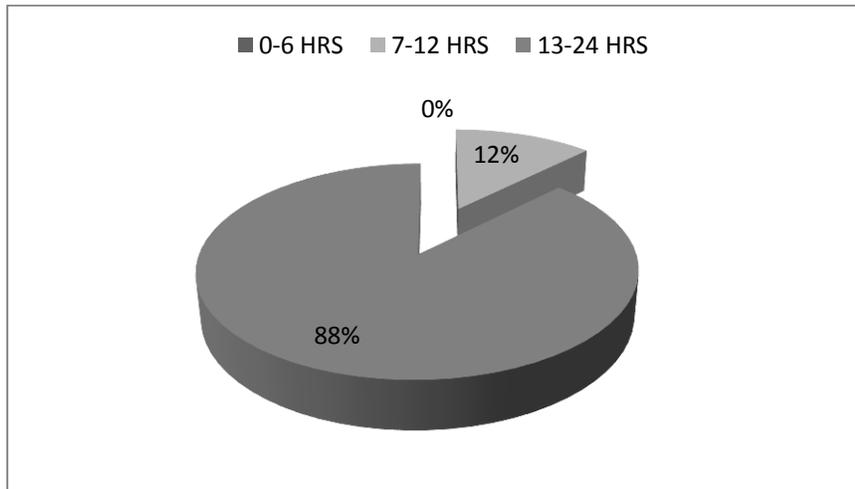
Todas las industrias utilizan el alcantarillado y vertedero municipal para la disposición final de sus desechos líquidos y sólidos, a excepción de 4 industrias que indicaron tener un vertedero privado debido a los desechos sólidos que no pueden ser vertidos al vertedero municipal. Debido al tipo de industria en el que no pueden quedarse sin agua durante el día, todas las industrias cuentan con tanque cisterna, ver figura 20.

Figura 18. **Días de suministro de agua del sector industrial**



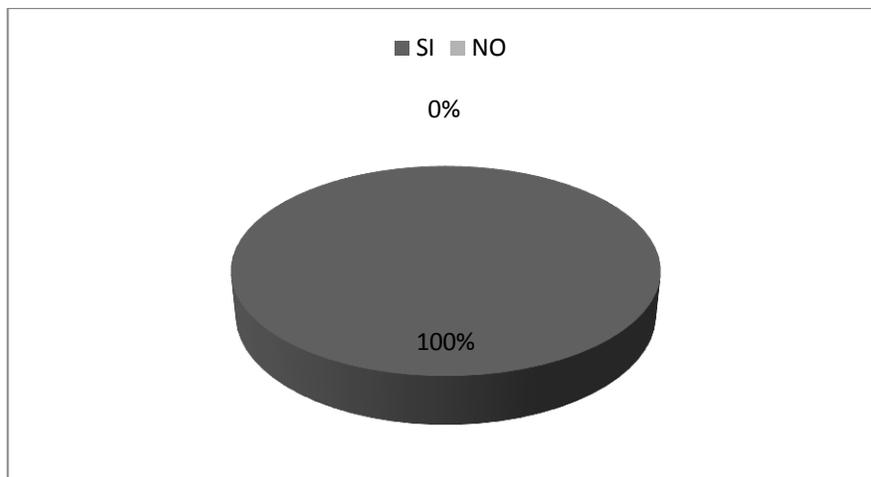
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Horas de suministro de agua por día del sector industrial**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Usuarios que cuentan con tanque cisterna del sector industrial**



Fuente: elaboración propia.

#### **6.4. Discusión final**

Aproximadamente el 91,67 por ciento de los usuarios de la zona 10 se abastecen del suministro de EMPAGUA, el 2,08 por ciento se abastece de la empresa Mariscal y un 6,25 por ciento de agua subterránea y de camiones pipa. Por otra parte no existe un control que regule a las empresas en la extracción del agua subterránea.

El resultado de la encuesta muestra que las industrias reciben el agua entre 6 y 7 días a la semana y entre 12 y 24 horas al día, en casos fortuitos, cuentan con reservas de agua en los tanques cisterna o bien extraen agua subterránea para evitarse molestias en las tasas de EMPAGUA, mientras que los comercios pequeños y las viviendas consumen agua en menor porcentaje. Se muestra que existe un buen número de usuarios que indicaron recibir el agua potable entre 0 y 6 horas al día y entre 1 y 3 días a la semana, no debería presentarse este inconveniente, ya que según datos pareciera existir más conveniencia con las industrias y debería ser regulado el suministro de agua con toda la zona.

El consumo promedio mensual, según la encuesta, tomando en cuenta comercios, industrias y viviendas fue de 72,54 metros cúbicos, dando como resultado una dotación de 151 litros por comercio, industria o domicilio, dotación pequeña a la que se tienen que ajustar en esta zona debido a la gran demanda de agua. Los resultados de la encuesta muestran que el sector industrial tiene una media en consumo de 242,2 metros cúbicos, el sector comercial 66,11 metros cúbicos, mientras que el sector domiciliario 38,84 metros cúbicos.



## CONCLUSIONES

1. La zona 10 es abastecida principalmente por el acueducto Xayá Pixcayá a través de la planta Lo de Coy, por la presa El Teocinte a través del Sistema Santa Luisa, una parte es agua subterránea por medio de pozos privados y otra parte, según encuesta realizada, por pipas que llegan a la zona para llenar tanques cisterna de los domicilios.
2. El 91,67 por ciento del agua suministrada a la zona 10 es administrada y distribuida por EMPAGUA.
3. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales (DINEL), existen varias empresas registradas para la distribución de agua: Agua Luz, Expansiones Nimja, Plandesa S. A., Compañía de Agua del Pinar y la Empresa de Agua San Fernando S. A., empresas que distribuyen el agua a usuarios de la zona 10.
4. El consumo de agua mensual para el sector industrial tiene una media de 242,2 metros cúbicos, el sector comercial 66,11 metros cúbicos, mientras que el sector domiciliar 38,84 metros cúbicos y un promedio general de 72,54 metros cúbicos mensuales según la encuesta realizada.
5. Según EMPAGUA la zona 10, en promedio, tuvo un consumo de 5 626 651 metros cúbicos mensuales durante 2008-2010, de los cuales el sector de mayor consumo según la encuesta realizada, fue el sector industrial.

6. El 8,5 por ciento de la población encuestada en el sector comercial resultó contar con pozos propios, mientras que en el sector industrial solamente 1 industria dijo tener un pozo privado con una profundidad de 60 metros y en el sector domiciliar no cuentan con pozo propio o privado.

## RECOMENDACIONES

1. EMPAGUA debe ser el ente encargado de regular el consumo de agua en la zona 10, ya que al sector industrial es a quien no le falla el suministro diario durante toda la semana, mientras que existen sectores que no se abastecen durante toda la semana.
2. Fijar una tarifa distinta dependiendo del tipo de consumo a los diferentes sectores, para que no exista preferencia alguna, ya que el sector industrial es el más beneficiado con el suministro de agua.
3. Es importante regular el consumo de agua de los pozos perforados en los comercios, ya que este sector registra un mayor número de pozos perforados para el uso propio y no dependen del suministro de la Municipalidad.
4. Garantizar la calidad del agua por medio de análisis físicos y químicos en la perforación de pozos y el agua distribuida en pipas, que permita garantizar a un 100 por ciento el consumo de agua para los diferentes sectores de la zona 10.
5. Concientizar y hacer un llamado a la población en cuanto al uso debido y regulado en el consumo de agua, por medio de campañas de los entes encargados del suministro de agua.

6. Realizar una investigación más a fondo respecto a las industrias y comercios que cuentan con pozo perforado para establecer tarifas en la extracción de agua, para que no se vea afectado el nivel freático del manto acuífero.
  
7. Realizar más investigaciones y constantes de este tipo para la contribución en la información detallada del consumo de agua en cada departamento de Guatemala.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CADENA, Fray Felipe. *Breve Descripción de la noble ciudad de Santiago de los Caballeros de Guatemala*. Guatemala 1858. 87 p.
2. Cuerpo De Ingenieros de los Estados Unidos de América Distrito de Mobile Y Centro de Ingeniería Topográfica, *Evaluación de recursos de agua de Guatemala*, Guatemala, 2000. 365 p.
3. DE LEÓN OBIOLS, Julio Enrique. *Investigación de variaciones horarias y diarias en el consumo de agua potable en el sector oriental de la capital de Guatemala*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1969. 136 p.
4. Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de Población con Base en XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, Período 2000-2020*, Guatemala: (INE), 2004. 1779 p.
5. LOPEZ POZUELOS, Rubén. *Determinación del contenido de flúor en el agua de consumo distribuida por las siete plantas de procesamiento, trece pozos y veinte zonas capitalinas de la empresa municipal de agua "EMPAGUA" y de la empresa privada de agua "MARISCAL", en la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1985. 125 p.

6. LUJÁN MUÑOZ, Luis. *Síntesis de la arquitectura en Guatemala*, Segunda Edición, Guatemala 1972. 174 p.
7. NAVE HERRERA, Oscar Federico. *Muestra y diseño de muestreo*. Trabajo de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Unidad de Informática, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 123 p.
8. W. MILES, Suzanne. *Los Pokomanes del siglo XVI*, Editorial José Pineda Ibarra, Guatemala 1983. 180 p.

## APÉNDICE



Figura 21. Encuesta realizada a los sectores domiciliario, comercial e industrial en la zona 10 de la ciudad de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE  
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE LOS AÑOS 2008-2010  
ZONA \_\_\_\_\_

Por favor responda las siguientes preguntas

ZONA: \_\_\_\_\_  
Consumo tipo: Residencial \_\_\_ Comercial \_\_\_ industrial \_\_\_ otro \_\_\_

¿Cuenta con usted con servicio de agua potable?  
Si  No

¿El servicio de agua potable que usted recibe es?  
Público  Privado  propio

¿Qué empresa le presta el servicio de agua potable?  
Empagua  Agua del Mariscal  otro  \_\_\_\_\_

¿Cuanta agua consume en promedio durante un mes?  M3.

¿Cuántos días a la semana recibe el servicio de agua?  Días.

¿Cuántas horas al día recibe el servicio de agua?  Horas.

¿Cuenta con un tanque cisterna en su vivienda? Si  No

¿A cuántas personas abaste de agua potable?

¿Si cuenta con pozo perforado propio, cuántos pozos tiene y a que profundidad encontró agua?  
Número de pozos  profundidad (m)

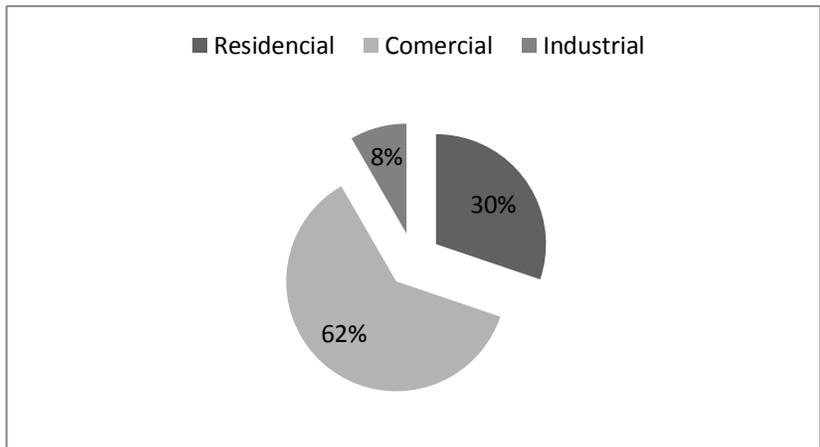
¿Cuál es el tipo de disposición final de sus desechos líquidos?  
Alcantarillado municipal  alcantarillado privado  a flor de tierra

¿Cuál es la disposición final de sus desechos sólidos?  
Vertedero municipal  vertedero privado  cualquier basurero

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Cámaras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

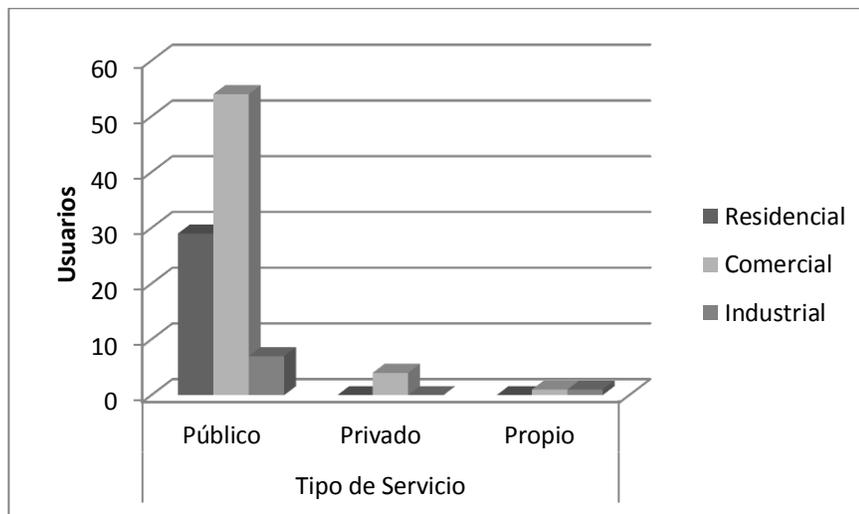
Fuente: Ing. Nicolás Guzmán.

Figura 22. **Histogramas calculados con sistema de cómputo Microsoft Excell 2010 de la encuesta realizada a los diferentes sectores**  
**Porcentaje de muestras que cuentan con el servicio de agua**



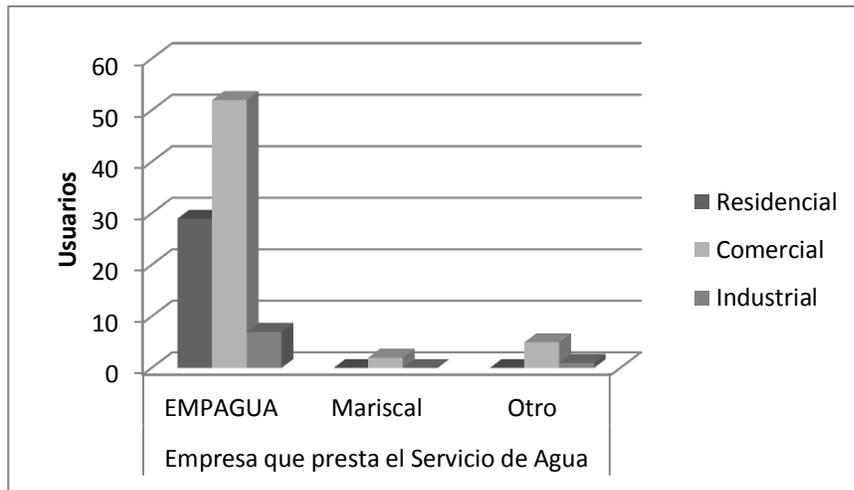
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Histograma de los tipos de servicio en la zona 10**



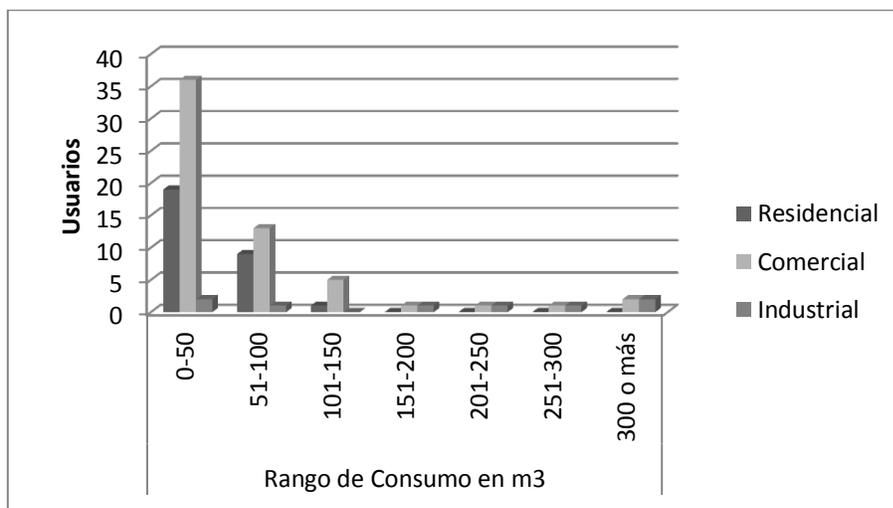
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Histograma de empresas que prestan el servicio de agua a los domicilios**



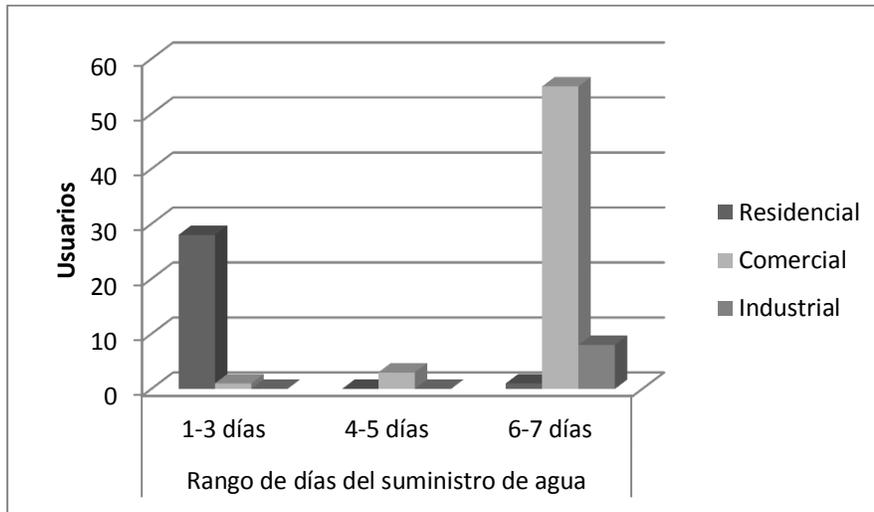
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 25. **Histograma del rango de consumo de agua en los diferentes sectores**



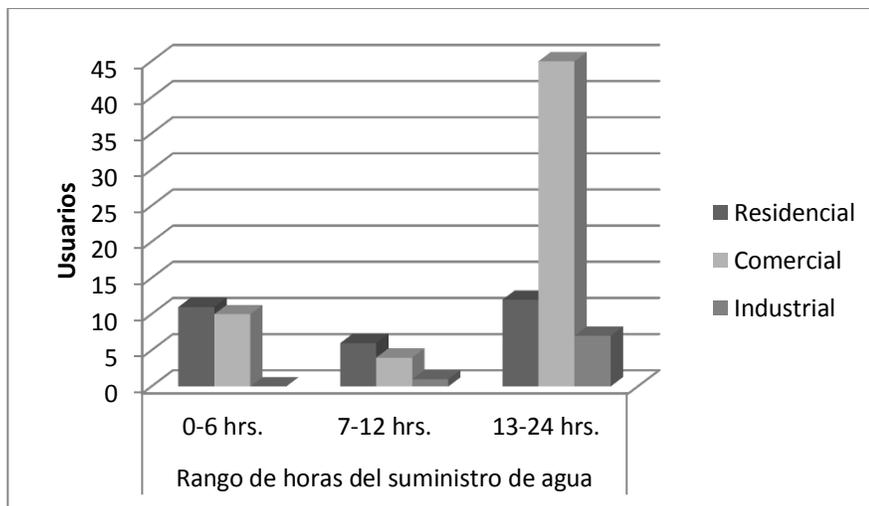
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 26. **Histograma del rango de días en que se recibe el servicio**



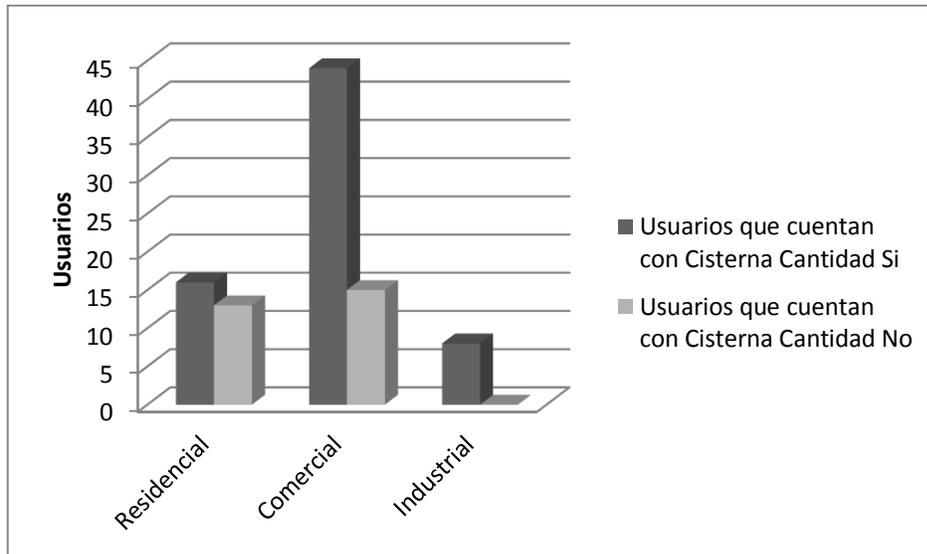
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 27. **Histograma de las horas que se recibe el servicio**



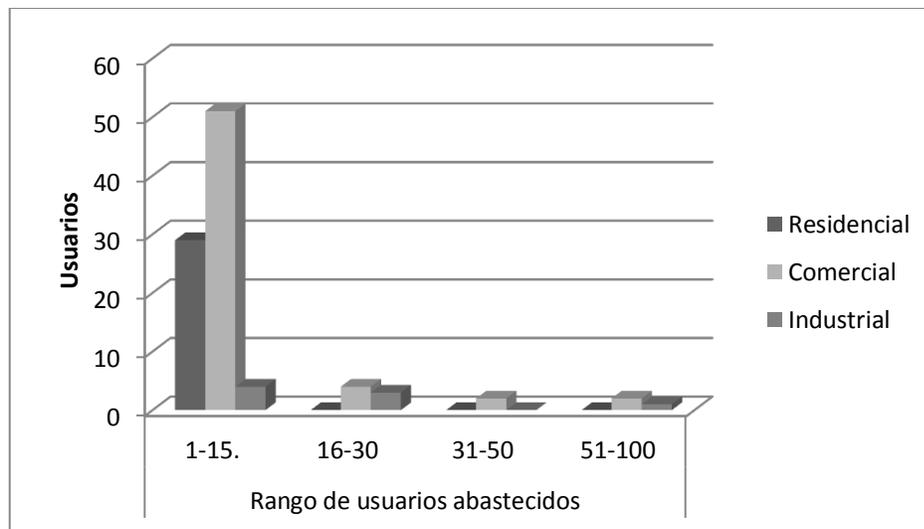
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 28. **Histograma de las muestras que cuentan con cisterna**



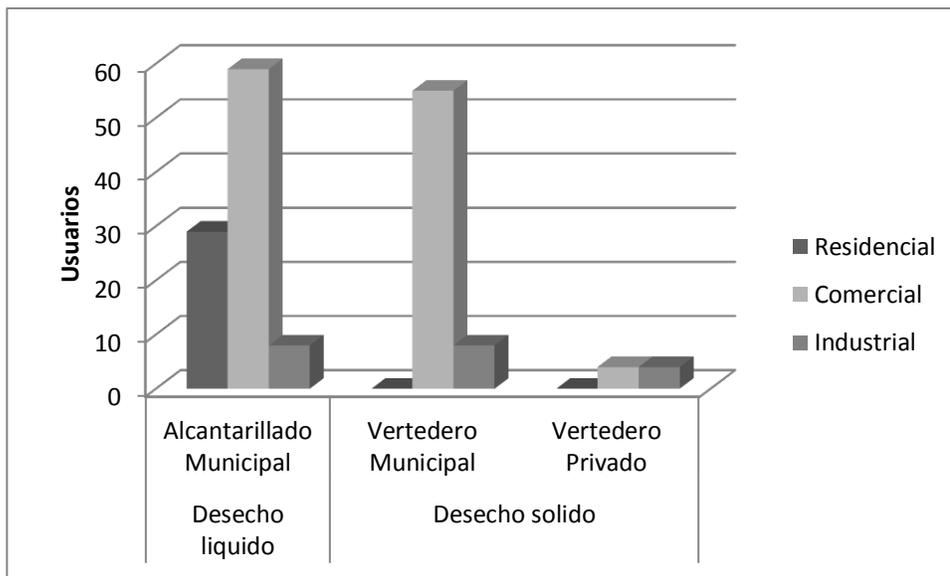
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 29. **Histograma del rango de personas abastecidas**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

Figura 30. **Histograma de los usuarios que utilizan alcantarillado municipal y privado**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

## **ANEXOS**



## DATOS OBTENIDOS DE EMPAGUA LEY DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA



Unidad de Información  
Municipalidad de Guatemala

Guatemala, 05 de octubre de 2012  
Expediente No. 240100-2012

ASUNTO: **MARLON ARIEL RODRIGUEZ GONZALEZ**, presentó solicitud de información identificada con el expediente número 240100-2012.

**RESOLUCIÓN No. UDI-692-2012**

La Unidad de Información de la Municipalidad de Guatemala, tiene a la vista la solicitud de información presentada con fecha veintiséis de septiembre de dos mil doce, por el señor **MARLON ARIEL RODRIGUEZ GONZALEZ**, dentro del expediente número doscientos cuarenta mil cien guión dos mil doce (240100-2012) y que es relacionado a obtener información sobre el consumo de agua potable del período 2008-2010, en la zona diez de la ciudad de Guatemala y mapeo de la red de distribución de agua potable en la zona diez (planos). **CONSIDERANDO:** Que para atender la solicitud de información presentada por el señor **MARLON ARIEL RODRIGUEZ GONZALEZ**, se recibió informe de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala –EMPAGUA–, por medio del cual se da respuesta a la solicitud planteada. **CONSIDERANDO:** Que de conformidad con el artículo 42 de la Ley de Acceso a la Información Pública, presentada y admitida la solicitud, la Unidad de Información deberá emitir dentro de diez días siguientes, la resolución en cualquiera de los términos que expresa el artículo citado, razón por la cual es procedente se dicte la resolución que en derecho corresponde. **POR TANTO:** Con base en lo considerado y en lo que para el efecto preceptúan los artículos: 16, 41 y 42 de la Ley de Acceso a la Información Pública, Decreto número 57-2008 del Congreso de la República, 1 y 3 de la Ley de lo Contencioso Administrativo, Decreto número 119-96 del Congreso de la República, al **RESOLVER se declara: I.** Se tiene por entregado al señor **MARLON ARIEL RODRIGUEZ GONZALEZ**, copia del informe remitido por la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala –EMPAGUA–, contenido en cinco (05) folios útiles en un solo lado. **II.** Firme la presente resolución trasládese al Archivo respectivo. Notifíquese.

*José Prado*



5 avenida 3-66 zona 13  
Teléfonos: 2388 – 5800  
PBX 1551  
[www.muniguate.com](http://www.muniguate.com)

Fuente: EMPAGUA.

## DATOS OBTENIDOS DE EMPAGUA DEL CONSUMO MENSUAL EN LOS AÑOS 2008-2010

**Consumos mensuales de los años 2008, 2009 y 2010**

La forma como EMPAGUA factura el consumo al usuario es por metros cúbicos consumidos, la tabla a continuación muestra la cantidad de metro facturados por año y mes para la zona 10.

AÑO	MES	CANTIDAD EN METROS CÚBICOS
2008	ENERO	5.717.114
2008	FEBRERO	5.585.604
2008	MARZO	5.610.669
2008	ABRIL	5.680.609
2008	MAYO	5.847.586
2008	JUNIO	5.833.316
2008	JULIO	5.989.993
2008	AGOSTO	5.430.480
2008	SEPTIEMBRE	5.586.477
2008	OCTUBRE	5.556.154
2008	NOVIEMBRE	5.855.709
2008	DICIEMBRE	5.195.976
2009	ENERO	6.064.941
2009	FEBRERO	5.618.640
2009	MARZO	5.382.222
2009	ABRIL	5.691.250
2009	MAYO	5.322.578
2009	JUNIO	5.766.473
2009	JULIO	5.321.388
2009	AGOSTO	5.797.277
2009	SEPTIEMBRE	5.522.499
2009	OCTUBRE	5.374.385
2009	NOVIEMBRE	5.605.051
2009	DICIEMBRE	5.484.030
2010	ENERO	5.586.541
2010	FEBRERO	5.563.178
2010	MARZO	5.188.468
2010	ABRIL	5.436.916
2010	MAYO	5.508.834
2010	JUNIO	6.019.197
2010	JULIO	5.519.422
2010	AGOSTO	5.857.439
2010	SEPTIEMBRE	5.721.267
2010	OCTUBRE	5.781.844
2010	NOVIEMBRE	5.787.408
2010	DICIEMBRE	5.742.501

Fuente: EMPAGUA.

## INFORMACION DE LAS REDES QUE ABASTECEN A LA ZONA 10

 **EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**  
**DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN**  
Unidad de Diseño De Agua y Alcantarillado 

PROV. 03 /2012

Providencia anterior No. 180/2012 Dirección de Planificación y programación

EXPEDIENTE S/N-12

SECCION ARCHIVO TECNICO, septiembre veintisiete del año dos mil doce.-----

ASUNTO: **SEÑOR MARLÒN ARIEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**, Solicita verificar en el Archivo Técnico existe información de la red de distribución de agua potable de la Zona 10.

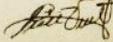
Vuelva al Ingeniero Alfredo Rivera Juárez, Director de Planificación, informándole que el Total de planos existentes de la Red de distribución de Agua Potable es de 42 planos.

Van 4 folios

Atentamente,

  
Victor Osorio

cc.  
archivo.

DIRECCION DE PLANIFICACION  
EMPAGUA  
RECIBIDO  
27 SEP 2012  
 14:45

8a. Avenida 38-59, Zona 8 Tanque El Guarda PBX: 2471-7280 \* 2472-0907

Fuente: EMPAGUA.

