



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

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

Andy Arody Duque Peña

Asesorado por M.Sc. Nicolás De Jesús Guzmán Sáenz

Guatemala, julio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ANDY ARODY DUQUE PEÑA

ASESORADO POR M.SC. NICOLÁS DE JESÚS GUZMÁN SÁENZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto 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

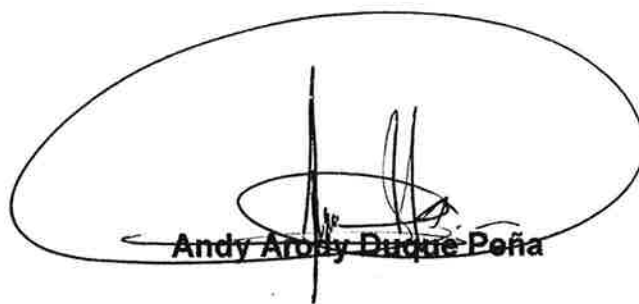
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Alan Geovani Cosillo Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24 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 6 de noviembre de 2011.



Andy Arroyo Duarte Peña



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,
13 de mayo de 2013

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

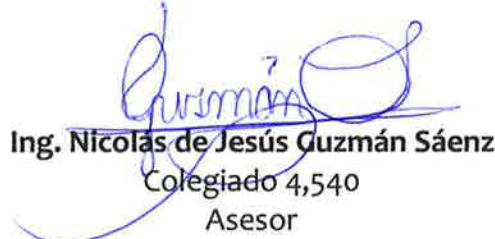
Ingeniero Quiñónez.

Por este medio hago de su conocimiento que en mi calidad de Asesor, he revisado el trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 - 2010**, desarrollado por el estudiante universitario Andy Arody Duque Peña.

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, 22 de mayo de 2013

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

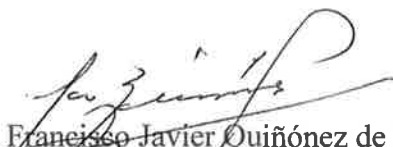
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **“Evaluación del consumo de agua potable en la zona 24 de la Ciudad de Guatemala en los años 2008-2010”**, realizado por el estudiante universitario **Andy Arody Duque Peña**; quien contó con la asesoría del M.Sc. Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Duque Peña** 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 Quiñónez de la Cruz
Coordinador Unidad de Investigación
Escuela de Ingeniería Civil

Cc archivo

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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 Andy Arody Duque Peña, titulado **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

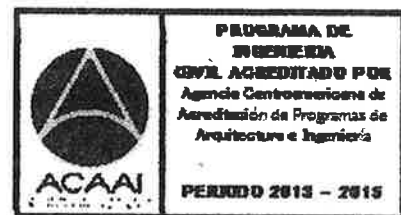

 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio de 2013.

/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 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 - 2010**, presentado por el estudiante universitario: **Andy Arody Duque Peña**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones

Guatemala, julio de 2013



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la oportunidad de vivir.
Mis padres	Oscar Manuel Duque Morales y Lucía Peña Pineda por darme la vida y por su apoyo incondicional.
Hermanos	Yennifer Orquedeá, Luswin Amed e Hilda Duque.
Mi novia	Ana Gabriela Díaz Bocock.
Amigos	Edgar Valenzuela, Saúl Calito, Daniel Rivera, Carlos López, Gerardo Escobar, Sofía Bocock y Daniela López.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de ser parte de esa honorable casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por formarme académicamente
Mis amigos de la facultad	Manuel Ramírez, Daniel Argueta, Romeo Tobar, Félix López, Osman Santos por su amistad incondicional.
Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz	Por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo y que sin él no habría sido posible.
Ing. Oscar Marcelo Gaytán Sanchez	Brindarme su confianza e iniciarme en el inmenso mundo de la ingeniería.
Ing. José Guillermo Cardona Matta	Por ser un ejemplo positivo y un mentor en mi vida.
Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz	Por su colaboración y asesoría en la presentación de este trabajo.
Ing. José Francisco Monge Hidalgo	Por su apoyo en la recolección de los datos de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	1
1.1. Ubicación y accesos.....	1
1.1.1. Delimitación y ubicación de la zona 24	1
1.1.2. Accesos	2
1.2. Monografía	5
1.2.1. Antecedentes e historia de la zona 24.....	5
1.2.2. Hidrografía y orografía.....	7
1.2.3. Clima	8
1.2.4. Población.....	8
1.2.5. Actualidad.....	8
2. PROBLEMÁTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 AL 2010	11
2.1. Antecedentes de la cobertura del servicio de agua potable	11
2.2. Problemática de consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala en los años 2008 a 2010.....	12

3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	15
3.1.	Encuesta	17
4.	RESULTADOS.....	21
4.1.	Entes encargados de la distribución de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala.....	21
4.1.1.	Pozo Canalitos-Jica.....	21
4.2.	Datos obtenidos de la empresa distribuidora EMPAGUA	22
4.3.	Resultados obtenidos de la encuesta	23
5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24, DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.....	31
5.1.	Análisis de datos del ente encargado de la distribución de agua	31
5.1.1.	EMPAGUA	32
5.2.	Análisis de datos de la encuesta.....	35
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
6.1.	Fuentes de abastecimiento	39
6.2.	Distribución	40
6.3.	Usos del agua potable.....	40
6.4.	Usos del agua potable.....	41
6.5.	Consumo de agua potable	41
6.5.1.	Residencial.....	41
6.5.2.	Comercial	43
6.5.3.	Industrial.....	44
6.5.4.	Comparación del consumo.....	45
6.6.	Discusión final	46

CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA.....	53
APÉNDICES	55
ANEXOS	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación geográfica de la zona 24 en la ciudad de Guatemala.....	2
2.	Red vial de zona 24.....	4
3.	Ingreso a zona 24	9
4.	Cantón Central Canalitos	10
5.	Encuesta para la recolección de datos de campo.....	18
6.	Estación de bombeo.....	22
7.	Gráfico usuarios vs tiempo.....	33
8.	Gráfico de consumo vs tiempo.....	34

TABLAS

I.	Cobertura de agua potable en 2002.....	15
II.	Directorio Nacional de Empresas y sus Locales zona 24.....	16
III.	Muestra evaluada.....	19
IV.	Usuarios y consumo del 2008 al 2010	23
V.	Cantidad de muestras que cuentan con servicio de agua.....	24
VI.	Tipo de servicio de agua que se recibe.....	25
VII.	Empresas que prestan el servicio de agua potable.....	25
VIII.	Días de suministro de agua.....	26
IX.	Horas de suministro de agua	27
X.	Muestras que cuentan con cisterna.....	27
XI.	Rango de personas abastecidas	28
XII.	Usuarios que cuentan con pozo propio.....	28

XIII.	Disposición final de los desechos líquidos y sólidos	29
XIV.	Medidas de tendencia central de los registros proporcionados por EMPAGUA durante los años 2008-2010	35
XV.	Estadísticas del consumo de agua (m ³).....	36
XVI.	Medidas de tendencia central obtenida del 100% de la muestra.....	37
XVII.	Comparación de resultados de EMPAGUA y residenciales..... encuestados	42
XVIII.	Comparación de resultados de EMPAGUA y comercios encuestados	43
XIX.	Comparación de resultados de EMPAGUA y las industrias encuestadas	44
XX.	Consumo promedio mensual en metros cúbicos de agua potable para cada uno de los segmentos	45
XXI.	Resultado de los parámetros obtenidos en las 54 muestras	46
XXII.	Relación entre Mo, Me y Promedio.....	47

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ^2	Desviación estándar
H	Hidrógeno
km	Kilómetro
Δ^2	Límite aceptable de error muestral
LMA	Límite máximo aceptable
LMP	Límite máximo permisible
Me	Mediana
m^3	Metros cúbicos
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar.
Mo	Moda
N	Norte
O	Oeste
Z^2	Valor constante

GLOSARIO

CONCYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala.
Consumo	Acción y efecto de consumir o gastar, bien sean productos, y otros géneros de vida efímera, o bienes y servicios, como la energía, entendiendo por consumir como el hecho de utilizar estos productos y servicios para satisfacer necesidades primarias y secundarias.
ENCOVI	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
JICA	Japan International Cooperation Agency.
Latitud	La latitud es la distancia angular entre la línea ecuatorial (el ecuador), y un punto determinado del planeta, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto. Se abrevia con lat. Según el hemisferio en el que se sitúe el punto, puede ser latitud norte o sur.

LMA	Límite Máximo Aceptable, es el valor de concentración de característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique daño a la salud del consumidor.
LMP	Límite Máximo Permisible, es el valor de concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual es agua no es adecuada para el consumo humano.
Longitud	La longitud, abreviada long., en cartografía, expresa la distancia angular entre un punto dado de la superficie terrestre y el meridiano que se tome como 0° (es decir el meridiano base) medida a lo largo del paralelo en el que se encuentra dicho punto, una circunferencia cuyo centro es la intersección del eje de la tierra con el plano del citado paralelo.
Nivel dinámico	Cota del agua en un pozo al ser bombeado a un caudal dado.
Nivel estático	Es la distancia comprendida desde la superficie del terreno hasta la zona de saturación o nivel del agua en un pozo cuando no está afectado por el bombeo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación evaluó el consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala en los años 2008-2010, con el propósito de actualizar los datos existentes en la temática del agua, a partir de la inexistencia de un documento reciente que evalúe el consumo de agua en la ciudad de Guatemala.

Para recolectar información se visitaron algunas instituciones estatales como la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), el Instituto Nacional Estadística (INE), Municipalidad de Guatemala y el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales (DINEL) que proporcionaron información sobre el consumo de agua en los años 2008 al 2010, así como las actividades económicas, cantidad de usuarios y número de habitantes de la zona 24.

Se realizó una encuesta como herramienta de investigación con la cual se recopiló información del consumo de agua, tipos de usuarios y otros factores relacionados al consumo como la cantidad de horas que se les abastece, cantidad de días de servicio etc. para los años 2008-2010; posteriormente se hizo un análisis estadístico descriptivo del consumo de agua y una comparación de los resultados de consumo de EMPAGUA y los valores recopilados por la encuesta estableciendo las razones de las diferencias.

A partir de la comparación de los resultados de los datos de EMPAGUA y la encuesta se determinó que los 19.24m^3 de agua suministrados por la empresa distribuidora son insuficientes ya que la encuesta refleja un consumo que supera por 12.77m^3 de agua. Por tal razón algunos usuarios

complementan el servicio acudiendo a los lavaderos públicos o comprando agua de camión.

OBJETIVOS

General

Evaluar el consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala en los años 2008-2010.

Específicos

1. Determinar las fuentes que abastecen de agua potable a la zona 24 de la ciudad de Guatemala.
2. Determinar cómo se suministra y distribuye el agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala.
3. Establecer los usos del agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala.
4. Estimar el consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Según estudios realizados por La Organización Mundial de la Salud (OMS), indica que el nivel de servicio de agua mínimo debe ser de 20 litros por persona al día y 100 litros por habitante al día en condiciones óptimas, para atender las necesidades básicas del hogar de forma adecuada.

Según la situación de los recursos hídricos de Centro América, el 21% no tiene cobertura de agua domiciliar, esto equivale a cerca de tres millones de personas. Lo cual muestra cierta inequidad entre el ámbito urbano y el rural, y entre los distintos estratos sociales del área urbana¹.

Guatemala se encuentra en una posición geográfica privilegiada intertropical, con una apreciable cobertura boscosa y con una variación de clima relativamente favorable. Estos factores inciden positivamente en la disponibilidad de recursos hídricos que tiene disponibilidad bruta de agua equivalente a 97.12 millones de metros cúbicos. Sin embargo, existe una problemática generalizada de los servicios públicos en la ciudad de Guatemala, no obstante este trabajo de investigación se encuentra enfocado en el consumo y distribución del agua potable; como muestra de la problemática se presentan publicaciones de medios de comunicación de manifestaciones de la población de la zona 24 exigiendo una explicación de la irregularidad del servicio y solicitando una solución al problema por la escasez del agua potable.

¹ SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE CENTROAMÉRICA, disponible vía web: http://www.gwp.org/Global/GWP-CAm_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf (consulta realizada el 02 febrero del 2013).

Debido a la falta de documentos actualizados que establezcan de forma descriptiva las fuentes de abastecimiento, la forma de distribución, el consumo en metros cúbicos de los usuarios y los usos que se le da al agua; se presenta ante la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala la evaluación del consumo de agua potable en la zona 24 en los años 2008-2010 para contribuir a una investigación macro que realiza la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil en conjunto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT) y de esta manera aportar información para el manejo adecuado de los recursos hídricos del país.

Con la colaboración de las instituciones estatales como la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), Instituto Nacional de Estadística (INE) y Directorio Nacional de Empresas y sus Locales (DINEL); se obtuvieron datos como: fuentes de abastecimiento, forma de distribución, número de usuarios registrados en la empresa distribuidora, consumo mensual de agua en m³ y cantidad de habitantes en la zona 24 de la ciudad de Guatemala.

Debido a la extensa y creciente población de la zona 24, se optó por extraer una muestra representativa de la población, para ello la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil, elaboró una encuesta la cual contiene interrogantes de interés relacionadas al consumo del agua, para trasladársela a los usuarios y de esa forma recolectar información representativa. Se dieron a conocer las Medidas de Tendencia Central del consumo de agua potable de la zona 24 de la empresa distribuidora así como la de la encuesta, también la forma de distribución y los usos que se le da al vital líquido.

Se presenta un análisis y discusión acerca de las variables cualitativas y cuantitativas de la investigación, que aportan una explicación al comportamiento de las variables encontradas, y a las diferencias entre los datos estadísticos de la encuesta y los documentos proporcionados por EMPAGUA.

Se determinó que la empresa EMPAGUA suministra 19.24m^3 mensuales a los usuarios los cuales son insuficientes ya que las medidas de tendencia central mostradas en este trabajo muestran que los usuarios consumen 32.01m^3 mensuales, por tal razón los usuarios se ven obligados a asistir a los lavaderos públicos y hasta comprar agua de un camión distribuidor para complementar el servicio y poder cumplir con sus necesidades básicas.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

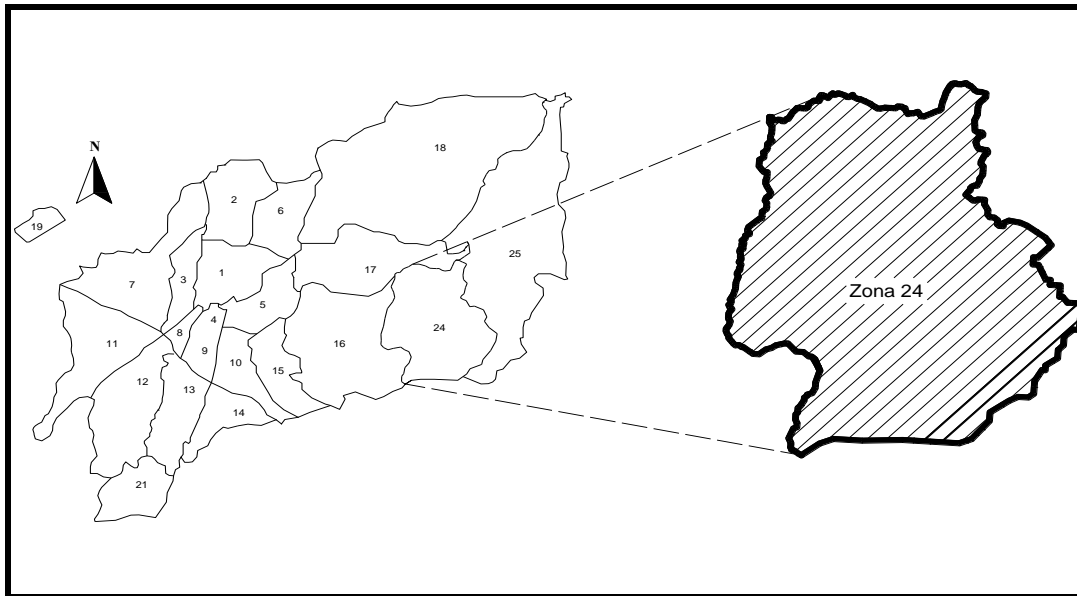
1.1. Ubicación y accesos

A continuación se presenta la ubicación de la zona 24 en la ciudad de Guatemala, y los accesos más transitados por los pobladores de la zona estudiada.

1.1.1. Delimitación y ubicación de la zona 24

El centro la zona 24 se encuentra localizada a $14^{\circ}37'18.85''N$ $90^{\circ}27'05.11''O$ elevado 1531 metros sobre el nivel del mar según el mapa de Google Earth de fecha 3 de enero del 2012, la zona se encuentra localizada en el sureste de la ciudad. Se encuentra ubicado al este de la zona 16 delimitado por el río Canalitos, al sur de zona 17 también delimitada por el río Canalitos, al norte de Santa Catarina Pinula y al poniente de zona 25 como lo muestra la figura 1.

Figura 1. **Ubicación geográfica de la zona 24 en la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

1.1.2. Accesos

Para ingresar a zona 24 por la entrada principal se sigue la carretera CA-9 norte kilómetro 5.5 en el paso a desnivel cruza hacia la colonia Lomas del Norte zona 17, recorre la 11 calle hasta llegar a la colonia El Carmen donde existe un desvío que es la vía que llega a zona 24, finalizando zona 17 se encuentra un puente por donde pasa el río Canalitos, que es el fin de zona 17 y principio de zona 24 donde existe una topografía muy variada, con una gran variedad de curvas de nivel en la carretera encontrándose con el cantón Los Encuentros.

El segundo acceso es el kilómetro 10.5 carretera CA-9 norte en la entrada a la zona 25, recorre la carretera que va hacia Los Ocotes donde se encuentra

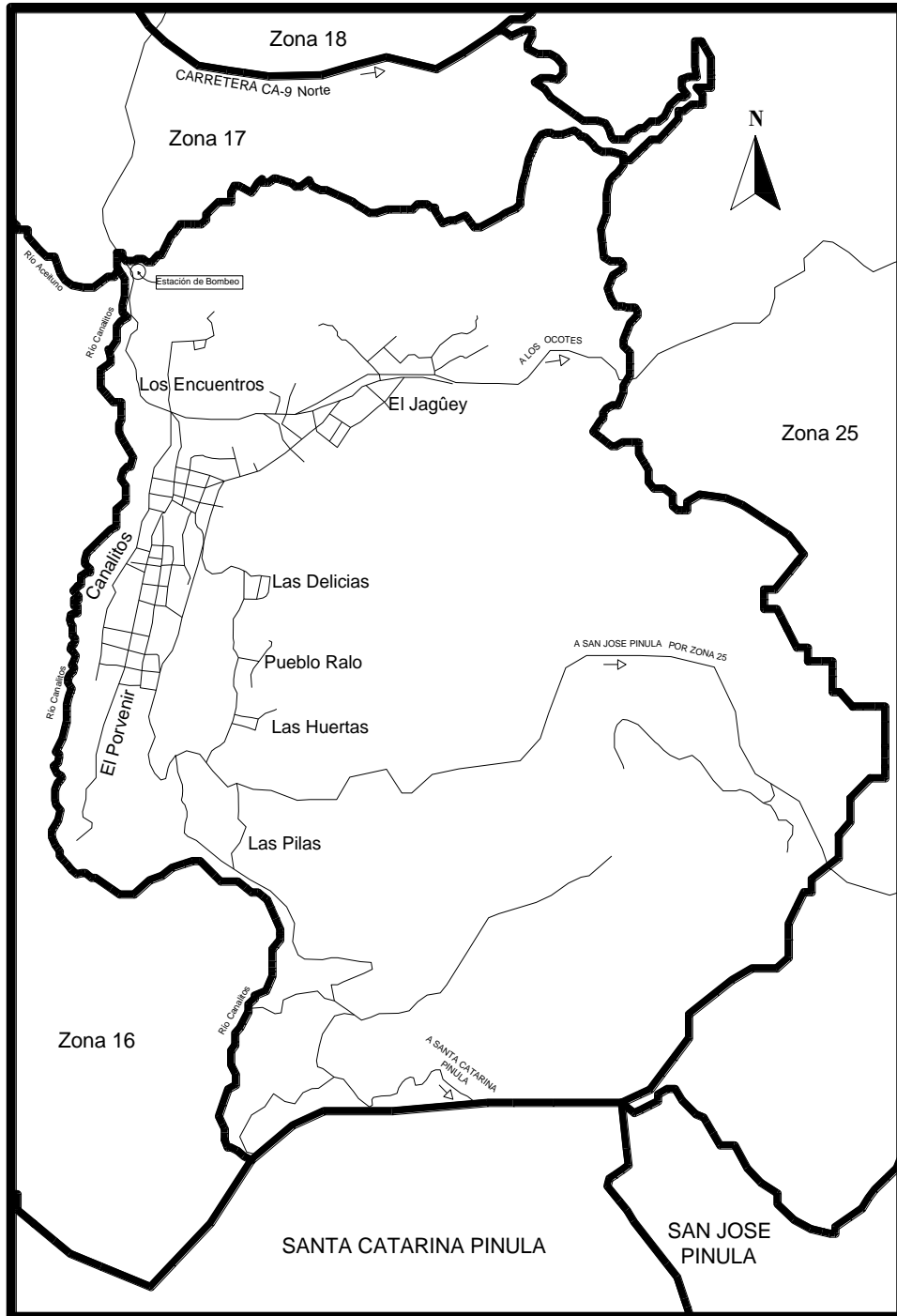
un desvío de terracería hacia la derecha el cual conecta zona 25 con zona 24 llegando al cantón El Jagüey.

El tercer acceso es una calle de terracería al norte de San José Pinula que se conecta con el cantón Las Pilas al sur-este de la zona 24.

Por la zona 16 en el boulevard Hacienda Real en el cruce que dirige hacia Lourdes, antes de la colonia mencionada existe un desvío de terracería hacia el lado izquierdo de la carretera la cual conduce hacia el cantón Las Pilas.

Todos estos accesos se pueden visualizar en la figura 2, de la red vial de la zona 24.

Figura 2. Red vial de zona 24



Fuentes: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

1.2. Monografía

Para estudiar el consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala en los años 2008-2010 se requiere conocer otros factores como: sociales, hidrográficos, el clima y la actualidad que inciden en el comportamiento de la zona estudiada.

1.2.1. Antecedentes e historia de la zona 24

Canalitos y Santa Rosita fueron municipios hasta que, como parte del reordenamiento vial fueron suprimidos como tales. Jorge Ubico inicia su segundo mandato en 1938. En ese momento, se propuso como meta de su gobierno la construcción de una red caminera a lo largo del país, tomó como punto de inicio kilómetro cero el centro del Palacio Nacional. Es por eso que el 13 de julio de ese año, Ubico suprimió los municipios de Santa Rosita (hoy parte zona 16) y Canalitos que era parte del desaparecido municipio de Guadalupe (hoy zona 24 de la ciudad capital) y los anexa a la ciudad de Guatemala.

Guatemala, 17 de agosto de 1938. El presidente de la República acuerda suprimir los municipios de Santa Rosita y Canalitos de este departamento y anexarlos al municipio de Guatemala, parte de Santa Rosita era la finca San Isidro, cuyo número de registro es 2257, folio 219 libro 85 en el cual se establece su formación por la cancelación de dos fincas; así mismo, se indica que su jurisdicción es en el municipio suprimido de Guadalupe, el cual fue anulado y junto con sus poblados, vienen a formar parte de la ciudad de Guatemala.

Dos años después, el 14 de diciembre de 1940, Luz Piñól Bertrand de Whitbeck compra a María Teresa Aycinena y Asturias de Ruiz Angulo, cuatro fincas rústicas, el año siguiente solicita a la Sección de Tierras la unificación de éstas (19 de diciembre de 1941), en la solicitud explica que la propiedad adquirida colindan entre sí y constituyen un solo cuerpo y bien determinado en el terreno que lleva por nombre el de finca San Rafael y anexos, propiedad que se encuentra ubicada en la Villa de Guadalupe de jurisdicción de Canalitos, es decir, la ciudad de Guatemala. Unificada la propiedad se inscribió, como tal, el 6 de noviembre de 1942.

Asimismo en la solicitud de la desmembración de la finca se hace mención que, colinda al medio sur con la finca La Planta (final zona 15, ciudad de Guatemala), y terrenos de la Municipalidad de Santa Catarina Pínula. Hoy la finca San Rafael es parte de la zona 15.

En el año 1952 se zonificó la ciudad de Guatemala, según Ley de Municipalidades. El presidente Jacobo Arbenz Guzmán en su momento inició el segundo Gobierno de la Revolución, devolvió la autonomía a las municipalidades, como lo establece el decreto 226 Ley de Municipalidades, aprobado por el Congreso de la República y firmado por Juan José Arévalo Bermejo. El 25 de enero de ese mismo año, el Concejo Municipal capitalino publicó el documento de zonificación y en las inscripciones registrales que aparecen en el Registro de la Propiedad de Inmueble, la ciudad de Guatemala se dividió en 23 zonas, excluyendo la zona 20 hoy zona 8 de Mixco y la zona 22 y 23 que no se definieron. El documento dejó plasmado claramente las zonas de la ciudad de Guatemala.

En el documento creado por la Dirección General de Cartografía se estableció el límite jurisdiccional entre los municipios de Santa Catarina Pínula y

Villa Canales y Guatemala, comprendido entre el río Pínula y el Zanjón el Chichicaste, se fija de la forma que propone la Dirección General de Cartografía y aceptaron las dos municipalidades interesadas².

La finca rustica de la zona 24 incrementa su población y se crean diferentes caseríos que posteriormente ascienden a cantones, en la actualidad existen 8 cantones los cuales son:

- Cantón los Encuentros
- Cantón Central (Canalitos)
- Cantón Jagüey
- Cantón El Porvenir
- Cantón Las Delicias
- Cantón Las Pilas
- Cantón Las Huertas
- Cantón Pueblo Ralo

1.2.2. Hidrografía y orografía

En zona 24 se encuentra el río Canalitos ubicado en el norte y poniente de la zona que también es la división política entre zona 16 y 17 como se puede identificar en la figura 2. Al norte cuenta con una topografía bastante montañosa; al centro, este y oeste está conformado por un terreno plano que es donde se encuentran localizados los 8 cantones; al sur se encuentra una topografía montañosa donde se cultiva maíz, el punto más alto es 1315m.s.n. y el más bajo 1827m.s.n.

² Basado en la Página web de Canalitos. Disponible en la web en: <<http://canalitoszona24.tripod.com/index.html>> Consulta: 5 de junio de 2012.

1.2.3. Clima

En la ciudad de Guatemala en general, en el centrosur del país, el clima es cálido tropical con temperaturas medias muy suaves de 12° a 28°C esto debido a que se encuentra entre los 1,300 y 1,800 metros sobre el nivel del mar; así mismo prevalecen dos estaciones: la temporada seca que es de noviembre a abril, y la temporada de precipitaciones que es de mayo a noviembre. Los vientos alisios que atraviesan la ciudad de Guatemala evidentemente son los responsables aún más de la reducción de las temperaturas y ventilación del Valle de la Ermita³.

1.2.4. Población

Los 8 cantones que se encuentran en la zona 24 no desempeñan una actividad específica, únicamente en el sur de la zona se dedican a la cosecha de maíz; tienen un índice de crecimiento poblacional del 6.12% como lo muestra el apéndice 2, cálculo basado en datos del INE; del 100% de los habitantes el 30% practican la religión católica, el 20% protestante y el otro 50% pertenecen a otras religiones tales como: mormones, testigos de Jehová, y otros⁴.

1.2.5. Actualidad

Actualmente los vecinos han reunido 400 firmas con la finalidad de convertirse en un nuevo municipio para el departamento de Guatemala, con la finalidad de recuperar la administración de los pozos de agua y crear el registro

³ Estación Insivumeh, "Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología." ubicada en la Zona 13 de la ciudad de Guatemala finca La Aurora.

⁴Elder Oswaldo Luna, Pagina web de Canalitos, Consulta: Disponible vía web en: <<http://canalitoszona24.tripod.com/id1.html>> 8 de julio de 2012.

civil de la propiedad, argumentos hechos por Víctor Montenegro, asesor de la asociación Fé, Esperanza y Valor que impulsa la propuesta; muestra de ello se presenta la figura 3, la publicación hecha por los pobladores. En la figura 4 se observa una imagen de la actualidad del recreacional parque central de Canalitos.

Figura 3. Ingreso a zona 24



Fuente: entrada principal de Canalitos 15/03/2012.

Figura 4. **Cantón Central Canalitos**



Fuente: parque central de Canalitos 15/03/2012.

2. PROBLEMÁTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 AL 2010

2.1. Antecedentes de la cobertura del servicio de agua potable

Según la Municipalidad de Guatemala, la ciudad ha sido abastecida de agua potable antes del traslado de la ciudad al Valle de la Ermita. Como lo indica en su documento Purificación del Agua:

En 1774 se realizó un estudio de la introducción de las aguas de Mixco, Pansalique, Pancochá, Belén, Pinula, Acatán y Agua Bonita. El agua se suministraba sin presión y sin un sistema de medida. En 1782 por Decreto surgió la Dirección de Aguas como dependencia de la Municipalidad de Guatemala.

En 1918, se inicia la desinfección a través del cloro de las aguas que surten la capital; en 1950 la Municipalidad de Guatemala dispuso medir el uso del agua por medio de medidores. Cuando el Gobierno Central tomó la decisión de realizar por su propia cuenta el Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá, obtiene financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo y promueve ante la municipalidad citadina la transformación de la Dirección de Aguas y Drenajes Municipales en la empresa especializada en la prestación del servicio de agua potable, creándose para el efecto la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad

de Guatemala (EMPAGUA), por acuerdo municipal del 28 de noviembre de 1972⁵.

Hasta hace algunos años los cantones eran abastecidos por el pozo que a su vez funcionaba como tanque de almacenamiento ubicado el cantón El Porvenir el cual se puede ver en el apéndice 7 llamado Estación de bombeo No. 2, no obstante a través del tiempo y el uso el pozo ha demostrado la ausencia de agua razón por la cual se inhabilitó. Por lo que se ha visto la necesidad de una solución y se encontró perforando un nuevo pozo, exitosamente surge Pozo Canalitos-Jica. Localizado a: 14°37'10.71" N y 90°27'15.62" O a 1537 metros sobre el nivel del mar.

Se han perforado cuatro pozos ubicados en el cantón El Jagüey, se pueden identificar y ubicar en el apéndice 7, en los cuales se ha identificado la presencia de agua subterránea, no obstante la población no ha permitido la explotación de los recursos hídricos, argumentando que de explotar los pozos continuaría la escasez actual de agua existente en zona 24 y que es patrimonio de zona 24 Canalitos.

2.2. Problemática de consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala en los años 2008 a 2010

Varias mujeres de Canalitos, de la zona 24 de la ciudad capital, acuden desde la madrugada al tanque de agua, ubicado en el casco urbano del lugar, para apartar uno de los seis lavaderos públicos disponibles y lograr lavar sus pertenencias.

⁵ Municipalidad de Guatemala, Purificación del Agua, disponible en: <<http://mu.muniguatemala.com/index.php/>> Consulta: 3 de marzo de 2013.

De manera paulatina, afirman las afectadas, el servicio de agua ha disminuido mucho, de tal manera que algunas reciben el vital líquido únicamente tres días a la semana y en horario irregular, por lo que se les dificulta llenar las pilas de sus viviendas para lavar ropa, trastos y otros enseres.

“A veces nos cae agua hasta por la noche, otros días en la tarde. No sabemos a qué hora vamos a poder surtirnos de agua”, indicó Brenda González, habitante del lugar.⁶

En los medios de comunicación ésta noticia es común ya que los habitantes de la zona 24 constantemente se encuentran con irregularidades en el servicio de agua. La presente investigación define si existe o no escasez de agua.

Derivado del alto crecimiento poblacional de la zona 24, con un índice de crecimiento poblacional de 6.12% ver el apéndice 2, se requiere mayor cantidad de agua para abastecer a los nuevos usuarios; por lo que es indispensable conocer los usos específicos que se le da al agua, la forma de distribución y la cantidad que consumen los habitantes durante un período de tiempo.

Uno de los problemas en zona 24 y a nivel capitalino es la vivienda, muestra de ello el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social muestra que existen 600,000 casas que no reúnen las condiciones mínimas para ser habitables, conviviendo en promedio 5 personas por habitación. Todo empieza cuando se forman nuevas familias, estas se van a vivir con algunos de sus progenitores o algún cuarto de bajo costo, que generalmente se encuentran en

⁶ Michelle Garzaro, Nuestro Diario martes, 12 de enero de 2010.

áreas marginales o lugares de alto riesgo, es para lo único que les alcanza su ingreso⁷.

Además de los problemas de habitación que existen, también presentan problemas sociales que se pudieron observar durante las visitas de campo que se hicieron al lugar, debido a que existen lugares a los cuales se optó por no acceder debido al índice de delincuencia que existe en la zona.

⁷La Vivienda en Guatemala. Disponible Vía Web en: http://jalapa.quetzalt.com/index.php?option=com_content&view=article&id=170%3AAla-vivienda-en-guatemala-&catid=305%3Adevelopment&Itemid=73.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada en esta investigación es de carácter descriptivo, por lo cual se hizo un estudio preliminar de la población, las posibles fuentes de información y los instrumentos de campo que se utilizaron para la recolección de datos.

Por otro lado se visitó el Instituto Nacional de Estadística INE que brindó la información del X censo de población, V de habitación de 1994 y el XI censo de población, VI de habitación de 2002 siendo éstos los dos más cercanos a la actualidad. Estos datos sirvieron para el cálculo de la población de los años 2008 al 2010 y también se determinó la gráfica del crecimiento poblacional como lo muestra los apéndices 1 y 4.

El INE también proporcionó información que contiene la cobertura de agua potable en 2002, tal y como se presenta en la tabla I.

Tabla I. Cobertura de agua potable en 2002

Tabla de Coberturas de Agua Potable por Zonas								
Zona	Hogares	Municipal			Otro servicio			
		Exclusivo	Compartido	Publico	Pozo	Camion	Rio	Otro
24	3205	80.56%	3.06%	6.71%	3.59%	1.50%	1.44%	3.15%

Fuente: elaboración propia, con datos del XI censo de población, VI de habitación 2002.

Posteriormente se visitó EMPAGUA, entidad que proporcionó el consumo promedio de los usuarios por servicio mensual (ver tabla XV), la red de distribución de agua potable de la zona 24 y también el costo del metro cúbico

de agua en la ciudad de Guatemala, ver apéndice 6. El costo fue utilizado en el proceso del cálculo de datos de la encuesta debido a que los usuarios desconocen la cantidad de metros cúbicos que consumen, pero sí conocen cuánto pagan en promedio cada mes, de esa forma se determina los metros cúbicos consumidos durante ese período de tiempo, partiendo de allí se presentan las tarifas brindadas por el departamento financiero de EMPAGUA en el apéndice 6 y se calculan los metros cúbicos consumidos por el usuario.

El Directorio Nacional de Empresas y sus Locales DINEL es el ente que proporcionó las diferentes actividades de los comercios e industrias a las que se dedican los pobladores de la zona 24 con su respectiva dirección en la cual se hizo una clasificación de comercios e industrias como lo muestra la tabla II.

Tabla II. **Directorio Nacional de Empresas y sus Locales zona 24**

Actividades de zona 24		
Actividad	Cantidad	Tipo
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	7	Industria
Industrias manufactureras	64	Industria
Construcción	2	Comercio
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos, motocicletas, efectos personales	180	Comercio
Hoteles y restaurantes	12	Comercio
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1	Comercio
Intermediación financiera	1	Comercio
actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	2	Comercio
servicios sociales y de salud	7	Comercio
otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	5	Comercio
otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	9	Comercio

Fuente: Directorio Nacional de Empresas y sus locales 2002.

3.1. Encuesta

Para la recolección de datos de campo la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil en Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala elaboró una encuesta con preguntas que son de interés para el estudio del consumo del agua la cual se puede visualizar en la figura 5.

Debido al tamaño de la población es difícil llegar a todos los usuarios, por tal razón se toma una muestra representativa de los comercios e industrias de la zona 24 que brinde datos representativos, para cuestiones de cálculo se utilizó un algoritmo de población finita para hacer el cálculo de la muestra representativa.

Ecuación de población finita

$$n = \frac{N\sigma^2}{\frac{N-1}{Z^2}\Delta^2 + \sigma^2}$$

n= Población Finita

N= Población en estudio


σ^2 =Desviación estándar, se asume 0

Z^2 =1.96 (constante relacionada al nivel de confianza)

Δ^2 =Limite aceptable de error muestral (5% =0.05)

Figura 5. Encuesta para la recolección de datos de campo

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.

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

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

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

¿A cuantas personas abaste de agua potable?

¿Si cuenta con pozo perforado propio, cuantos 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 Hídricos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: 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: Unidad de Investigación, Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Nicolás Guzmán.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales, se tiene registrado un espacio muestral de 290 (locales, industrias, comedores, etc.) y 1616 domicilios.

Al aplicar la fórmula de población finita, se obtuvo la muestra representativa de la población, tal como lo muestran la tabla III, ver cálculo en apéndice 5.

Tabla III. **Muestra evaluada**

Descripción	Cantidad de Población	Muestras evaluadas
Comercios	219	19
Industrias	71	16
Domicilios	1616	19
Total	1906	54

Fuente: elaboración propia, con datos del DINEL.

4. RESULTADOS

4.1. Entes encargados de la distribución de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala

En la zona 24 la empresa que se dedica a sustraer el agua subterránea, darle tratamiento y distribuirla es la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), la cual mantiene el control de la red en general de distribución de agua potable.

Como resultado de la investigación de campo se determinó la existencia de una estación de bombeo ubicada en zona 24 ver figura 6, encargada de transportar el agua extraída hacia la planta de tratamiento Santa Luisa ubicada en zona 16 por medio de un sistema de bombeo muestra de ello ver la figura 6. Dicha planta de tratamiento abastece en su totalidad a las zonas 5 y 6 y parcialmente a las zonas 1, 4, 10 y 17. EMPAGUA maneja dos sectores, uno por gravedad y el otro por bombeo. Ver Capítulo 6, sección 6.1 Distribución.

4.1.1. Pozo Canalitos-Jica

Los 8 cantones localizados en la zona 24 de la ciudad de Guatemala son abastecidos por pozo Canalitos-Jica, éste se encuentra ubicado en el cantón El Porvenir, dicho pozo funciona durante 18 horas diarias, se encuentra a 300 de metros profundidad, la producción es de 2160 m³ diarios, el nivel dinámico es 212 m y el nivel estático es 196 m.

La composición físico-química de este tipo de aguas subterráneas presenta un alto grado de dureza, debido a la concentración de minerales

disueltos, no obstante la Empresa de Agua de Guatemala EMPAGUA da un tratamiento químico agregándole cloro, impidiendo la proliferación de algas y hongos en el interior de los tubos de suministro y en el depósito de almacenamiento.

Figura 6. Estación de bombeo



Fuente: Entrada principal de zona 24.

4.2. Datos obtenidos de la empresa distribuidora EMPAGUA

EMPAGUA mantiene un control del número de usuarios⁸ y del consumo promedio por servicio en la zona 24. A continuación se presenta la tabla IV con

⁸ EMPAGUA utiliza la definición de usuarios por conexiones instaladas sin tomar en cuenta cuantas personas hay en la vivienda.

los años estudiados, número de usuarios por cada año, consumo promedio por servicio en metros cúbicos.

Se distribuye el agua de forma uniforme en dos sectores de la zona 24 abasteciendo a un sector la mitad de la semana y a otro sector el resto de la semana en promedio 3.5 días a la semana de suministro por sector.

Tabla IV. **Usuarios y consumo del 2008 al 2010**

Año	Usuarios	Consumo anual m³	Promedio por servicio m³
2008	1833	33703	18.39
2009	1818	36255	19.94
2010	1870	36266	19.39

Fuente: elaboración propia.

Resulta complicado determinar el número de usuarios que actualmente pertenecen a la zona 24, pues habría que revisar cada una de las direcciones. EMPAGUA no entrega ese tipo de información, únicamente consumos totales y cantidad de usuarios registrados en la zona que se esté analizando. En la tabla IV se incluyen los datos de metros cúbicos totales de agua consumidos anualmente, y además el número de usuarios que existen registrados en la zona 24 capitalina que realizan el consumo especificado.

4.3. Resultados obtenidos de la encuesta

Al recolectar la información de campo, la cual se llevó a cabo por medio de una encuesta en donde se tomaron 10 aspectos importantes, principalmente el consumo y los aspectos que van relacionados al mismo, para determinar cómo

se comporta el suministro y consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala.

Las tablas V a la XIII muestran el comportamiento de 19 muestras que corresponden al tipo domiciliar, 19 muestras del tipo comercial y 16 muestras del tipo industrial según el aspecto que se investigó.

Tabla V. **Cantidad de muestras que cuentan con servicio de agua**

Tipo de consumo	Cuenta con servicio de agua	
	Si	No
Residencial	19	0
Comercial	19	0
Industrial	16	0

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial el 94.74% cuentan con servicio de agua público, el 5.27% con servicio privado y ninguno cuenta con servicio propio, así mismo el 100% de las 19 muestras de tipo comercial cuentan con servicio público y de las 16 muestras de tipo industrial el 100% cuentan con servicio público tal como lo muestra la tabla VI.

Tabla VI. **Tipo de servicio de agua que se recibe**

Tipo de consumo	Tipo de servicio de agua		
	Público	Privado	Propio
Residencial	18	1	0
Comercial	19	0	0
Industrial	16	0	0

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial el 94.74% es suministrado por EMPAGUA, el 5.26% por otro sistema de abastecimiento. De las 19 muestras correspondientes al tipo comercial el 100% son abastecidos por EMPAGUA y de las 19 muestras del tipo industrial el 100% es suministrado por EMPAGUA tal como lo muestra la tabla VII.

Tabla VII. **Empresas que prestan el servicio de agua potable**

Tipo de consumo	Empresa que presta el servicio		
	Empagua	Mariscal	Otro
Residencial	18	0	1
Comercial	19	0	0
Industrial	16	0	0

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial el 78.95% recibe agua de 0 a 4 días, el 15.79% recibe agua 6 días y el 5.26% recibe agua todos los días, así mismo el 100% de las 19 muestras de tipo comercial recibe agua

de 0 a 4 días y de las 16 muestras del tipo industrial el 81.25% recibe agua al menos 4 días, el 6.25% recibe agua al menos 6 días y el 12.5% recibe agua todos los días como lo muestra la tabla VIII.

Tabla VIII. **Días de suministro de agua**

Tipo de consumo	Días de servicio a la semana		
	0 a 4 días	5 a 6 días	7 días
Residencial	15	3	1
Comercial	19	0	0
Industrial	13	1	2

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial el 10.53% recibe agua al menos 6 horas, el 5.26% recibe agua 12 horas y el 84.21% recibe agua todo el día, así mismo el 5.26% de las 19 muestras del tipo comercial recibe agua al menos 6 horas, el 5.26% recibe agua 12 horas y el 89.47% recibe agua todo el día, de las 16 muestras del tipo industrial el 100% recibe agua todo el día, tal como lo muestra la tabla IX.

Tabla IX. **Horas de suministro de agua**

Tipo de consumo	Horas de servicio al día		
	0 a 6 horas	7 a 12 horas	12 a 24 horas
Residencial	2	1	16
Comercial	1	1	17
Industrial	0	0	16

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial el 15.79% si cuentan con cisterna para almacenar agua, al igual que el 5.26% de las 19 muestras del tipo comercial y el 43.75% de las 16 muestras del tipo industrial, tal como lo muestra la tabla X.

Tabla X. **Muestras que cuentan con cisterna**

Tipo de consumo	Cisterna	
	Si	No
Residencial	3	16
Comercial	1	18
Industrial	7	9

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial el 52.63% abastece al menos a 5 personas, el 47.36% abastece al menos a 15 personas, así mismo el 47.36% de las 19 muestras del tipo comercial abastece al menos a 5 personas, el 47.36% abastece al menos a 15 personas y el 5.26% abastece al

menos a 150 personas, de las 16 muestras del tipo industrial el 43.75% abastece al menos a 5 personas y el 56.25% abastece al menos a 15 personas, tal como lo muestra la tabla XI.

Tabla XI. **Rango de personas abastecidas**

Tipo de consumo	Personas abastecidas		
	1 a 5 personas	6 a 15 personas	16 a 150 personas
Residencial	10	9	0
Comercial	9	9	1
Industrial	7	9	0

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras que corresponden al tipo residencial, 19 muestras del tipo comercial y 16 muestras de tipo industrial se determinó la ausencia de pozos. Por lo tanto no se obtiene conocimiento de profundidad de algún pozo de los resultados de las muestras, tal como lo muestra la tabla XII.

Tabla XII. **Usuarios que cuentan con pozo propio**

Tipo de consumo	Pozos propios	Profundidad
Residencial	0	No determinado
Comercial	0	No determinado
Industrial	0	No determinado

Fuente: elaboración propia.

De las 19 muestras de tipo residencial el 5.26% vierte los desechos líquidos a flor de tierra el resto utiliza alcantarillados municipales, de las 19 muestras correspondientes al tipo comercial y de las 16 muestras de tipo industrial todos vierten sus desechos líquidos en vertederos municipales, tal como lo muestra la tabla XIII.

De las 19 muestras de tipo residencial el 5.26% vierte los desechos sólidos en cualquier basurero el resto utiliza un vertedero municipales, de las 19 muestras correspondientes al tipo comercial y de las 16 muestras de tipo industrial todos vierten sus desechos sólidos en vertederos municipales, tal como lo muestra la tabla XIII.

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

Tipo de consumo	Desechos líquidos	Desechos sólidos		
	Alcantarillado Municipal	Vertedero Municipal	Vertedero Privado	Cualquier Basurero
Residencial	18	18	0	1
Comercial	19	19	0	0
Industrial	16	16	0	0

Fuente: elaboración propia.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24, DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

5.1. Análisis de datos del ente encargado de la distribución de agua

De los datos obtenidos acerca del consumo de agua, tanto en la investigación a las empresas distribuidoras, como en la encuesta realizada, se hizo un análisis estadístico para realizar una comparación entre los datos que se registran en las empresas, y los datos que los usuarios proveyeron y así determinar si existe alguna diferencia entre lo que se distribuye y lo que realmente se consume. Los parámetros estadísticos investigados que se utilizaron para realizar el análisis descriptivo de los datos de consumo de agua para cada uno de los sectores, fueron las Medidas de Tendencia Central: Media, Mediana, Moda también Varianza, Desviación Estándar y el percentil 25, 50 y 75.

Las Medidas de Tendencia Central dan un centro de la distribución de frecuencias, valor que puede ser tomado como representativo de todos los datos. Hay diferentes formas para determinar el centro de las observaciones en una serie de datos. La Media Aritmética o Media, es el promedio aritmético de las observaciones, es decir, el cociente entre la suma de todos los datos y el número de datos existentes.

La Mediana es el valor que separa por la mitad las observaciones ordenadas de menor a mayor, de tal forma que la mitad de éstas son menores que la Media, y el otro 50 por ciento son mayores. Si el número de datos es

impar, la Mediana será el valor central, si es par se toma como Mediana, la Media Aritmética de los 2 valores centrales. Finalmente la moda es el valor de la variable que se repite más veces y no tiene por qué ser única.

Los Cuantiles son valores de la distribución que la dividen en partes iguales, es decir, en intervalos que comprenden el mismo número de valores. Los más frecuentemente utilizados; son los Cuartiles, Deciles y Percentiles. Estos últimos son 100 valores que dividen en 100 partes iguales el conjunto de datos ordenados. Por ejemplo: el Percentil de orden 25, deja por debajo al 25 por ciento de las observaciones y por encima queda el 75 por ciento.

La Desviación Estándar se define como la raíz cuadrada de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto a su media, es una medida estadística de la dispersión de un grupo o población. Una gran Desviación Estándar indica que la población está muy dispersa respecto de la media; por el contrario una Desviación Estándar pequeña, indica que la población está muy compacta alrededor de la media.

La Varianza mide la mayor o menor dispersión de los valores de la variable respecto a la Media Aritmética. Cuanto mayor sea la Varianza mayor dispersión existirá, y por tanto, menor representatividad tendrá la Media Aritmética. Los parámetros anteriormente descritos se utilizaron para los datos de EMPAGUA, para los obtenidos de empresas privadas y para los datos y observaciones de la encuesta realizada.

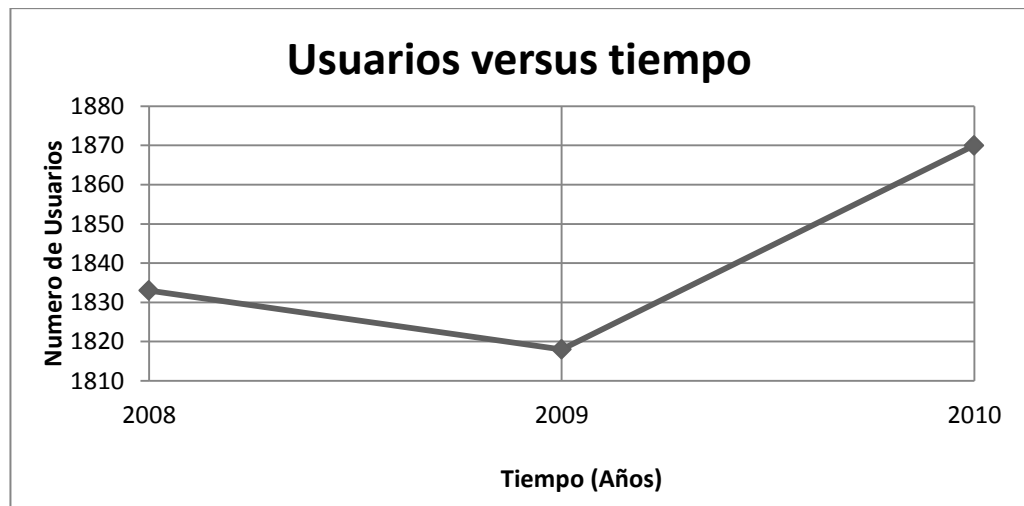
5.1.1. EMPAGUA

La figura 7 muestra gráficamente una disminución del número de usuarios en los años 2008-2009 de 1833 a 1818 usuarios, esta diferencia se debe a la

falta de pago de dos facturas emitidas por la empresa abastecedora EMPAGUA, que suspende el servicio del usuario moroso.

En los años 2009-2010 los usuarios suspendidos restablecen el servicio de agua potable y además se incrementan 67 nuevos usuarios para ser abastecidos por EMPAGUA.

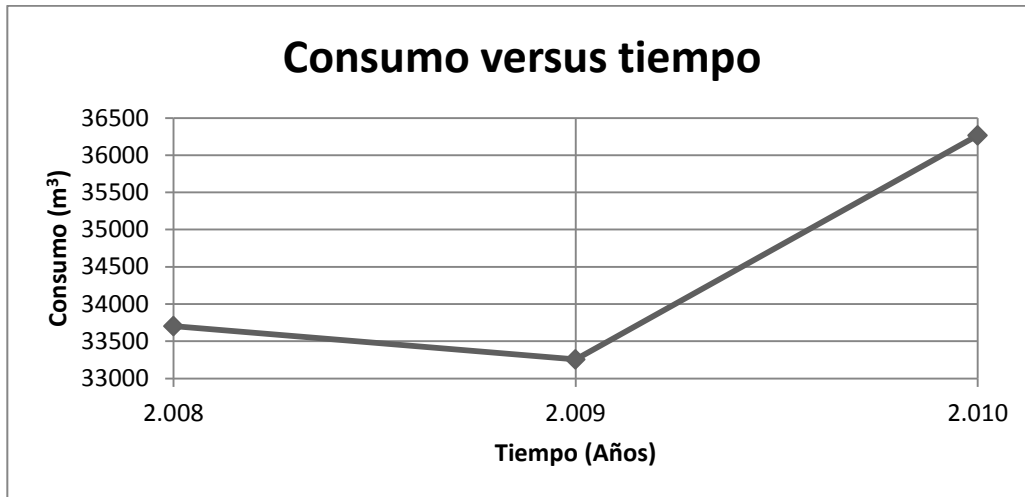
Figura 7. **Gráfico usuarios vs tiempo**



Fuente: elaboración propia.

En el año 2010 se consumieron 36,266 m³ de agua, distribuidos a 1870 usuarios registrados, que es la máxima registrada en los años 2008-2010 según información proporcionada por la empresa distribuidora EMPAGUA. En la figura 8 se identifica un decremento en el año 2008 al 2009 y en el 2009 al 2010 aumenta del consumo de agua potable.

Figura 8. **Gráfico de consumo vs tiempo**



Fuente: elaboración propia.

Con base a los datos de la tabla IV en el capítulo 4, se pueden calcular los parámetros estadísticos en la tabla XIV.

En la tabla XIV, se presenta el análisis estadístico realizado a los datos que proporcionó EMPAGUA. El promedio en cada uno de los años no varió de manera significativa a lo largo de los 3 años, y al hacer un promedio se obtiene un resultado similar. La mediana para los 3 años, fue de 19.39 metros cúbicos. No hay un valor de consumo que se repitiera a lo largo de los 3 años, debido a que los consumos obtenidos al ser calculados de un total de consumo mensual, dividido el número de usuarios no da un número exacto.

Tabla XIV. **Medidas de tendencia central de los registros proporcionados por EMPAGUA durante los años 2008-2010**

Medidas de tendencia central	Consumo m ³
Promedio	19.24
Mediana	19.39
Desviación Estándar	0.79
Máximo	19.94
Mínimo	18.39
Coefficiente de variación	0.04
Varianza	0.62
Percentil 25	18.89
Percentil 50	19.39
Percentil 75	19.67

Fuente: elaboración propia, con datos de EMPAGUA.

La Desviación Estándar de 0.79, indica que la distribución es bastante ajustada al centro y que los valores calculados no se alejan mucho de la Media. Del mismo modo la Varianza del 0.62.

5.2. Análisis de datos de la encuesta

Para el caso del consumo domiciliario se puede observar en la tabla XV que el máximo es 121m³ lo cual es bastante para un usuario, esto se debe a que existen vecindarios los cuales cuentan con un contador de agua para varias familias lo cual les aumenta el consumo promedio por usuario; de no ser así seguramente el valor del promedio sería inferior. Por otra parte se observa el mínimo que es 1m³ y se determinó la existencia de usuarios que cuentan con únicamente 1 habitante y consume 1m³ al mes.

La tabla XVI muestra las medidas de tendencia central de las variables cuantitativas respectiva a las 54 muestras tomadas en la zona 24 de la ciudad de Guatemala por medio de la encuesta.

Tabla XV. **Estadísticas del consumo de agua (m³)**

Tipo Residencial 19 muestras	Medidas de tendencia central	Consumo m ³	Tipo comercial 19 muestras	Medidas de tendencia central	Consumo m ³	Tipo industrial 16 muestras	Medidas de tendencia central	Consumo m ³
	Promedio	33.44		Promedio	35.86		Promedio	25.72
Mediana	24	Mediana	20.5	Mediana	24			
Moda	30	Moda	18	Moda	20			
Desviación Estándar	27.6	Desviación Estándar	34.21	Desviación Estándar	15.55			
Máximo	121	Máximo	121	Máximo	60.18			
Mínimo	1	Mínimo	9	Mínimo	5			
Varianza	761.53	Varianza	1170.28	Varianza	241.82			
Percentil 25	20.45	Percentil 25	15.5	Percentil 25	14.25			
Percentil 50	24	Percentil 50	20.5	Percentil 50	24			
Percentil 75	42	Percentil 75	40.25	Percentil 75	39.25			

Fuente: elaboración propia, datos de la encuesta.

Tabla XVI. **Medidas de tendencia central obtenida del 100% de la muestra**

Resultados de las 54 muestras tomadas					
Medidas de tendencia central	Consumo m³	Días a la semana de servicio	Horas al día de servicio	Personas abastecidas	Dotación (lt/Hab/Día)
Promedio	32.01	3.44	21.98	6.63	159.82
Mediana	24.00	3.00	24.00	6.00	144.44
Moda	24.00	3.00	24.00	5.00	200.00
Desviación Estandar	27.25	1.36	5.28	3.47	94.35
Máximo	121.00	7.00	24.00	20.00	473.33
Mínimo	1.00	1.00	2.00	2.00	16.67
Varianza	742.53	1.84	27.91	12.05	8901.35
Percentil 25	18.00	3.00	24.00	4.25	100.00
Percentil 50	24.00	3.00	24.00	6.00	144.44
Percentil 75	40.00	4.00	24.00	8.00	201.21

Fuente: elaboración propia.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Fuentes de abastecimiento

La red general de EMPAGUA posee 7 diferentes sistemas de abastecimiento, estos son Lo de Coy, La Brigada, El Cambray, Santa Luisa, Las Ilusiones, Ojo de Agua y el sistema de pozos que está compuesto por 68 pozos electro-mecánicos, los cuales abastecen directamente a la red mediante tanques de distribución. Para el área específica del estudio, funciona únicamente el pozo Canalitos-Jica y existen además el pozo Jagüey el cual se encuentra inhabilitado.

El pozo Canalitos-Jica que se encuentra localizado en el cantón El Porvenir, actualmente purifica el agua a través de la cloración. El agua proveniente del pozo, es introducida por medio de la red de distribución mostrada en el apéndice 7.

Para el caso de la zona 24 han sido perforados 4 pozos en el cantón El Jagüey los cuales se puede visualizar la ubicación en el apéndice 7, estos no han sido explotados debido a la oposición de la población, quienes argumentan que es patrimonio de zona 24 y en caso de ser explotados la empresa administradora extraería el líquido para trasladarlo a otro sector dejando sin el beneficio del vital líquido a los habitantes del lugar tal como sucede con la estación de bombeo.

6.2. Distribución

Muchas de las conexiones residenciales que dicen no tener el servicio durante las 24 horas que EMPAGUA contempla, se debe a que las líneas de distribución dan caudal a las partes bajas por gravedad durante un período cercano a 3.5 días, mientras las líneas de distribución que se encuentran en un área topográfica superior, son abastecidas por bombeo los siguientes 3.5 días del resto de la semana.

Por medio de tuberías, es transportada el agua desde el pozo Canalitos-Jica hacia la estación de bombeo No. 2 para posteriormente abastecer a cada uno de los usuarios. Existen en la zona, diferentes tanques de almacenamiento, tanques de distribución que se utilizan para llevar el agua potable a los puntos de distribución los cuales se encuentran inhabilitados.

6.3. Usos del agua potable

En la zona se registran problemas de escasez o racionamiento de agua. Esto se debe a que EMPAGUA acciona las válvulas de paso localizadas entre el pozo Canalitos-Jica y Estación de bombeo No. 2, este procedimiento se lleva a cabo simultáneamente con una frecuencia de 3.5 días para abastecer a Canalitos, Los Encuentros y El Jagüey por gravedad y posteriormente cuando se accionan las válvulas de paso se abastece a los cantones Las Pilas, Las Huertas, El Porvenir, Pueblo Ralo y Las Delicias por bombeo.

6.4. Usos del agua potable

En la zona 24 predomina el uso residencial del agua potable. En el uso comercial se encuentran diferentes tipos de usuarios como lo son; comercios al por mayor y al por menor, reparación de vehículos, motocicletas, efectos personales. No existen comercios de gran tamaño que provoquen un consumo excesivo del agua.

Muchas veces no existe un registro del caudal que tiene el pozo, y mucho menos el registro del agua que consumen los usuarios mensualmente. En cuanto al sector público hay 6 lavaderos públicos, a los cuales pueden acudir los usuarios.

6.5. Consumo de agua potable

El consumo de agua potable en la zona 24 de la ciudad de Guatemala, se da en 3 tipos: residencial, comercial e industrial, a continuación se presenta un análisis de los datos obtenidos divididos en los tres tipos de consumos.

6.5.1. Residencial

De los encuestados, se registra un promedio de consumo mensual de 33.44 metros cúbicos de agua. En comparación al promedio de los datos que EMPAGUA brindó de 2008 a 2010, se registró un promedio de 19.24 metros cúbicos. Se debe hacer la salvedad que con los datos de EMPAGUA no se pudo determinar a qué segmento; si comercial, industrial o residencial, pertenecen los usuarios.

Según el estudio de campo realizado, se puede observar que el 100 por ciento de las residencias de la zona 24 de la ciudad de Guatemala, cuenta con el servicio de agua potable residencial, siendo el 94.74 por ciento abastecido por EMPAGUA, consumiendo un promedio de 33.44 metros cúbicos mensuales por vivienda, siendo utilizada por aproximadamente 6 personas por vivienda, se puede notar que el servicio del agua es irregular ya que se cuenta con el servicio 3.5 días a la semana y en ninguna residencia cuentan con sistema propio, no obstante el resto de los usuarios se abastecen por medio de la compra de agua a camiones o lavaderos públicos ubicados en la zona, además el 15.79 por ciento cuenta con cisterna, el resto no cuenta con cisterna pero si con suficientes recipientes de almacenamiento como toneles y pilas para cubrir sus necesidades básicas los 3.5 días que no se les suministra agua.

Tabla XVII. **Comparación de resultados de EMPAGUA y residenciales encuestados**

Fuente	Media (m ³)	Moda (m ³)	Mediana (m ³)
EMPAGUA	19.24	-	19.36
Residencial (encuesta)	33.44	30.00	24.00

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en los datos obtenidos por EMPAGUA, el promedio que se obtiene es menor que el de los datos encuestados, pues la empresa municipal no distingue si el usuario es residencia, comercio o industria y de qué tipo de comercio o industria se trata. Por otro lado existen vecindarios en donde habitan varias familias y comparten contador de agua lo cual lleva a un aumento de consumo por usuario, es la razón por la que es elevado el promedio.

6.5.2. Comercial

El segmento comercial se integró con empresas, comercios e instituciones de diversa índole. Al realizar la encuesta se tomaron como comercios, todas aquellas instituciones y comerciales que ofrezcan servicios o productos. En esta categoría se puede diferenciar entre colegios e instituciones privadas, pequeños locales comerciales, como tortillerías y abarroterías, etcétera.

Según el estudio de campo realizado, se puede observar que el 100 por ciento de los comercios de la zona 24 de la ciudad de Guatemala, cuenta con el servicio de agua potable, siendo el 100 por ciento abastecido por EMPAGUA, consumiendo un promedio de 35.86 metros cúbicos mensuales por comercio, siendo utilizada por aproximadamente 7 personas por comercio, se puede notar que únicamente reciben agua 3.5 días a la semana, que ninguno de los comercios cuenta con sistema propio, se abastecen a través de la compra de agua por medio de camiones. Además, el 5.26 por ciento cuenta con cisterna.

Tabla XVIII. **Comparación de resultados de EMPAGUA y comercios encuestados**

Fuente	Media (m ³)	Moda (m ³)	Mediana (m ³)
EMPAGUA	19.24	-	19.36
Comercial (encuesta)	35.86	18	20.5

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVIII se observa que en el segmento comercial el resultado del análisis de los datos registrados por EMPAGUA resulta menor a los promedios

que se obtienen de la encuesta. Estos resultados se deben a que los comerciales son de mayor tamaño y tienen varios locales, a los cuales proveen de agua.

Los hoteles y restaurantes, representan también un consumo muy grande y en promedio consumen mucho más que los pequeños comercios como lavanderías, panaderías, salones de belleza, etcétera.

6.5.3. Industrial

Según el estudio de campo realizado, se puede observar que el 100 por ciento de las industrias de la zona 24 de la ciudad de Guatemala, cuenta con el servicio de agua potable, siendo el 100 por ciento abastecido por EMPAGUA, consumiendo un promedio de 25.72 metros cúbicos mensuales por industria, se puede notar que el servicio de agua potable se cuenta 3.5 días a la semana, no se cuenta con muestras que cuenten con un sistema de abastecimiento propio y la tabla XIX muestra que la Media Aritmética de EMPAGUA es bastante cercana a la de la encuesta.

Tabla XIX. **Comparación de resultados de EMPAGUA y las industrias encuestadas**

Fuente	Media (m ³)	Moda (m ³)	Mediana (m ³)
EMPAGUA	19.24	-	19.36
Industrial (encuesta)	25.72	20	24

Fuente: elaboración propia.

6.5.4. Comparación del consumo

Resulta complicado comparar los datos que se obtuvieron de EMPAGUA, como se mencionó anteriormente, debido a que en la empresa de agua no se obtuvieron los datos de cada uno de los usuarios por separado y el promedio que resultó de los datos de consumo que la empresa registró, incluye residencias, comerciales, entre otros, que utilizan el servicio. Haciendo una comparación con el promedio de consumo de toda la encuesta y comparando este promedio con los otros promedios analizados, resulta la tabla XX.

Tabla XX. **Consumo promedio mensual en metros cúbicos de agua potable para cada uno de los segmentos**

EMPAGUA	19.24
Residencial encuesta	33.44
Comercial encuesta	35.86
Industrial encuesta	25.72

Fuente: elaboración propia.

Haciendo un análisis más general, el 100% de las 54 muestras tomadas cuentan con el servicio de agua potable suministrado, 98.15% de ellos abastecidos por EMPAGUA consumiendo un promedio de 32.01 m³ mensuales, se puede notar que el servicio de agua potable es irregular ya que se cuenta con el servicio de agua potable 3 días a la semana y ninguno cuenta con sistema propio de abastecimiento, el 20.37% cuentan con cisterna, el 98.18% de las muestras utilizan el sistema de alcantarillado municipal y el 98.18%

desechan los sólidos en vertederos municipales tal como lo muestran los parámetros en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Resultado de los parámetros obtenidos en las 54 muestras**

Muestras	Cuenta con servicio de agua		Tipo de servicio de agua			Empresa que presta el servicio		
	Si	No	Público	Privado	Propio	Empagua	Mariscal	Otro
54	54	0	53	1	0	53	0	1
Porcentaje	100.00%	0.00%	98.15%	1.85%	0.00%	98.15%	0.00%	1.85%

Consumo m ³			Días de servicio a la semana			Horas de servicio al día		
Mínimo	Medio	Máximo	0 a 4 días	5 a 6 días	7 días	0 a 6 horas	7 a 11 horas	12 a 24 horas
1	32.01	121	47	4	3	3	2	49
			87.04%	7.41%	5.56%	5.56%	3.70%	90.74%

Cisterna		Personas abastecidas			Pozos propios	Profundidad	Deshechos líquidos	Deshechos sólidos	
Si	No	1 a 5 person	6 a 15 personas	16 a 150 personas			Alcantarillado Municipal	Vertedero Municipal	Cualquier Basurero
11	43	26	27	1	0	Sin dato	53	53	1
20.37%	79.63%	48.15%	50.00%	1.85%	0.00%		98.15%	98.15%	1.85%

Fuente: elaboración propia.

6.6. Discusión final

Trabajando con los datos obtenidos en campo de las 54 muestras se tiene que el promedio del consumo de agua potable es de 32.01m³ (tomando consumo domiciliario, comercial e industrial), dicho valor se asemeja a lo que se obtiene por medio de los registros en los años 2008-2010 proporcionados por la unidad de información de EMPAGUA que es de 19.24 m³, tal como lo muestran

las tablas XVI y XIV, con lo que se puede decir que la muestra realizada es la adecuada y cuyos datos no se alejan de la realidad.

Como las medidas de tendencia central se comportan de la siguiente manera $Mo=Me<Promedio$, se dice que es una Distribución Asimétrica Positiva lo cual indica que son muestras confiables ver tabla XXII.

Tabla XXII. **Relación entre Mo, Me y Promedio**

Medidas de tendencia central	Consumo m^3
Promedio	32.01
Mediana	24.00
Moda	24.00

Fuente: elaboración propia.

EMPAGUA no tiene clasificación de consumo, es decir ya sea domiciliar, comercial, industrial u otro, solo prestan el servicio a la población en general.

CONCLUSIONES

1. La fuente que abastece directamente a la zona 24 es el pozo Canalitos-Jica localizado en el cantón El Porvenir a $14^{\circ}37'10.71''$ N y $90^{\circ}27'15.62''$ O, con una elevación de 1537.184 metros sobre el nivel del mar, produciendo 2160 m^3 diarios de agua.
2. Se ha dividido la zona en dos sectores: parte baja que es suministrada por gravedad a los cantones: Central, Los encuentros y El Jagüey; y parte alta abastecida por un sistema de bombeo a los cantones: El Porvenir, Las Pilas, Las Huertas, Las Delicias y Pueblo Ralo, al pasar 4 días de ser abastecidos la parte baja se corta el servicio para lograr abastecer los siguientes 4 días a la parte alta de la zona 24.
3. Los usos y destinos del agua en la zona 24 son en su mayoría de consumo domiciliar siendo el 84.78% de los usuarios, el promedio de consumo es de 33.44 m^3 por mes, siendo éste el mayor en la zona.
4. Los comercios conforman el 11.49% de los usuarios, los cuales consumen en promedio 35.86 m^3 por comercio, ésta cantidad se debe a que los comercios cuentan con únicamente 1 comercio el cual contiene de 6 a 9 trabajadores razón por la cual es bastante parecido el promedio a los domicilios.

5. Los usos de menor consumo son las actividades industriales que conforman el 3.73% consumiendo un promedio de 25.72m^3 de agua. El consumo de agua industrial es menor al de comercios y residencias debido a que se tomaron en cuenta como industrias pequeñas manufactureras, agricultores y actividades de silvicultura que no superan los 5 trabajadores y que tampoco requieren de una cantidad excesiva de agua.

6. El promedio del consumo de las muestras tomadas en campo es de 32.01m^3 por usuario y el presentado por EMPAGUA es de 19.24m^3 por usuario a lo cual se concluye que existe una deficiencia de 12.77m^3 por usuario.

RECOMENDACIONES

1. Hacer uso de los pozos del cantón El Jagüey que ha perforado la corporación JICA, los cuales no son explotados debido a la oposición de la comunidad. Ver ubicación en apéndice 7.
2. Continuar con el proyecto de la construcción del tanque de distribución localizado en la granja El Porvenir en el sur de la zona el cual beneficiaría a los cantones: Las Huertas, Las Delicias y Pueblo Ralo.
3. Se recomienda que las válvulas de paso ubicadas en el cantón El Porvenir se accionen cada día y no cada 3.5 días como actualmente se lleva a cabo, para evitar que los usuarios almacenen agua durante 2 y hasta 3 días en recipientes que podrían provocar enfermedades a los usuarios.
4. La estación de bombeo localizada en el norte de la zona a $14^{\circ}38'15.55''N$ y $90^{\circ}27'13.81''O$, contribuya al abastecimiento de forma parcial a la zona 24 para complementar el servicio de agua potable de los usuarios.
5. Concientizar a la población y que cada uno de los usuarios de agua potable y vecinos de la zona 24, no importando su lugar de residencia, esté informado y sepa cuál es el volumen de agua que consume mensualmente, ya que, en esta zona existen problemas de agua.

6. Realizar un estudio de las horas de distribución para lograr que la repartición sea equivalente en todas las zonas de la ciudad de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTELLANOS, Edwin; GUERRA, Alex. El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala PNUD, Guatemala, [en línea] <<http://desarrollohumano.org.gt/content/elcambioclima%CC%81tico-y-sus-efectos-sobre-el-desarrollo-humano-en-guatemala>> [Consulta: 22 de octubre de 2012].
2. Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de Población con base X Censo de Población, V de Habitación del año 1994 y el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, Período 2000-2020*. Guatemala: INE 2004.
3. LUNA, E. Oswaldo. *Página Web de Canalitos Zona 24, Guatemala*, [en línea] <<http://canalitoszona24.tripod.com/id1.html>>. [Consulta: 5 de junio de 2012].
4. MELGUIZO B., Samuel. *Fundamentos de hidráulica e instalaciones de abasto en las edificaciones*. 5a ed. Colombia: Centro de Publicaciones Universidad Nacional Medellín, 1994. 326 p.
5. Municipalidad de Guatemala. *Plan de Ordenamiento Territorial, Guatemala* [en línea] <http://pot.muniguate.com/mapas/z_24.php>. [Consulta: 3 de junio de 2012].

6. _____ . Planta de tratamiento Santa Luisa, Guatemala [en línea] <<http://mu.muniguate.com/index.php/component/content/article/40-empagua/49-santaluisa>>. [Consulta: 8 de junio de 2012].

7. PALACIOS VILLATORO, Rosa Amelia. *Usos y manejo del agua en Guatemala, un enfoque ético ambiental*. Maestría en Investigación Educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Humanidades. Departamento de postgrado, 2003. 102 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Proyección de la población

Población de la zona 24

FUENTE	AÑO	No. DE HABITANES
INE	1994	9211
INE	2002	14810
Cálculo	2008	21147
Cálculo	2009	22440
Cálculo	2010	23814

Fuente: elaboración propia, con datos del INE.

Apéndice 2. Cálculo de índice de crecimiento Poblacional

$$Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100} \right)^n$$

Donde:

Pf = población final

Po = población inicial

i = índice de crecimiento poblacional

N = tiempo (años)

Despejando la tasa de crecimiento poblacional i se obtiene:

$$i = \frac{Pf}{Po}^{\frac{1}{n}} - 1 * 100 = \frac{14810}{9211}^{\frac{1}{8}} - 1 * 100 = 6.12\%$$

El crecimiento poblacional de la zona 24 es 6.12%, se estima un número de habitantes para los años estudiados.

Apéndice 3. Población estimada

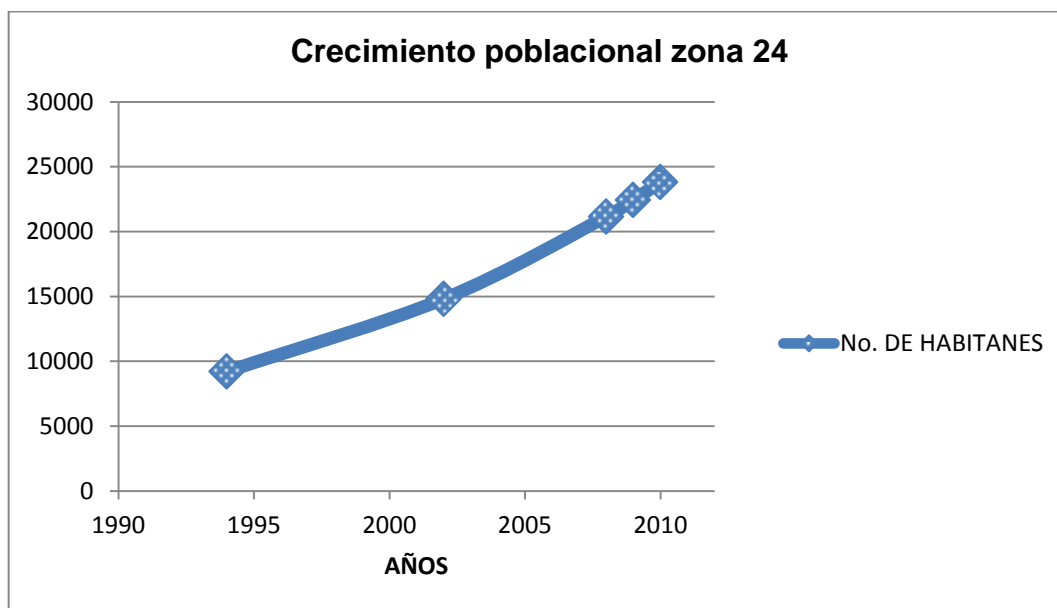
$$Pf_{2008} = 14810 \left(1 + \frac{6.12}{100} \right)^6 \approx 21147 \text{ Habitantes}$$

$$Pf_{2009} = 14810 \left(1 + \frac{6.12}{100} \right)^7 \approx 22440 \text{ Habitantes}$$

$$Pf_{2010} = 14810 \left(1 + \frac{6.12}{100} \right)^8 \approx 23814 \text{ Habitantes}$$

Apéndice 4. Gráfico del crecimiento poblacional

Figura 1. Crecimiento poblacional de zona 24



Fuente: elaboración propia, datos del Instituto Nacional de Estadística INE.

Apéndice 5. Cálculo de la muestra

Población Finita:

$$n = \frac{N\sigma^2}{\frac{N-1}{Z^2} \Delta^2 + \sigma^2}$$

Donde:

n=Población Finita

N=población en estudio.

σ^2 =desviación estándar, se asume 0.

$Z^2=1.96$ (constante relacionada al nivel de confianza)

Δ^2 =limite aceptable de error muestral=5% (0.05)

Cálculo de muestra de comercios

$$n = \frac{219 \cdot 0.5}{\frac{219-1}{1.96} \cdot 0.05 + 0.5} = 18.06 \approx 18 \text{ Comercios}$$

Cálculo de muestra de industrias

$$n = \frac{71(0.5)}{\frac{71-1}{1.96} (0.05) + 0.5} = 15.53 \approx 16 \text{ Industrias}$$

Cálculo de cantidad de usuarios de residencias

$$Pt=D+C+I$$

Donde:

Pt= Población Total

D= Usuarios Domiciliarios

C= Comercios

I= Industrias

Despejando R

$D = Pt - C - I$

$D = 1906 - 219 - 71 = 1616$

Calculo de muestra de Usuarios de Domicilios

$$n = \frac{1616(0.5)}{\frac{1616-1}{1.96} (0.05) + 0.5} = 19.37 \approx 19$$

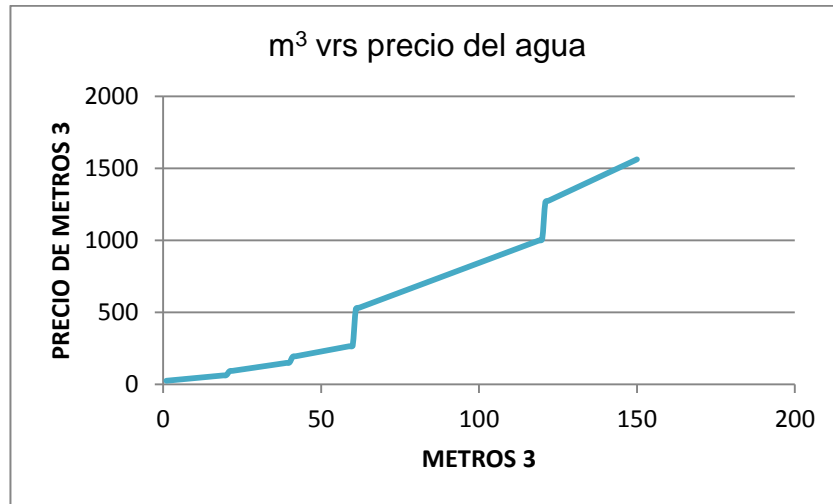
Apéndice 6. Tarifas de consumo

Precio del m³ en función del consumo

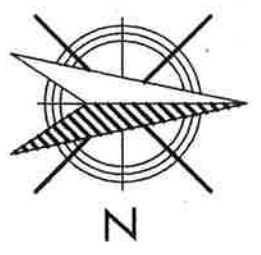
Consumos m ³	Precio por m ³
00-20	Q1.12
21-40	Q1.76
41-60	Q2.24
61-120	Q4.48
Más de 121	Q6.60

Fuente: Departamento financiero de EMPAGUA.

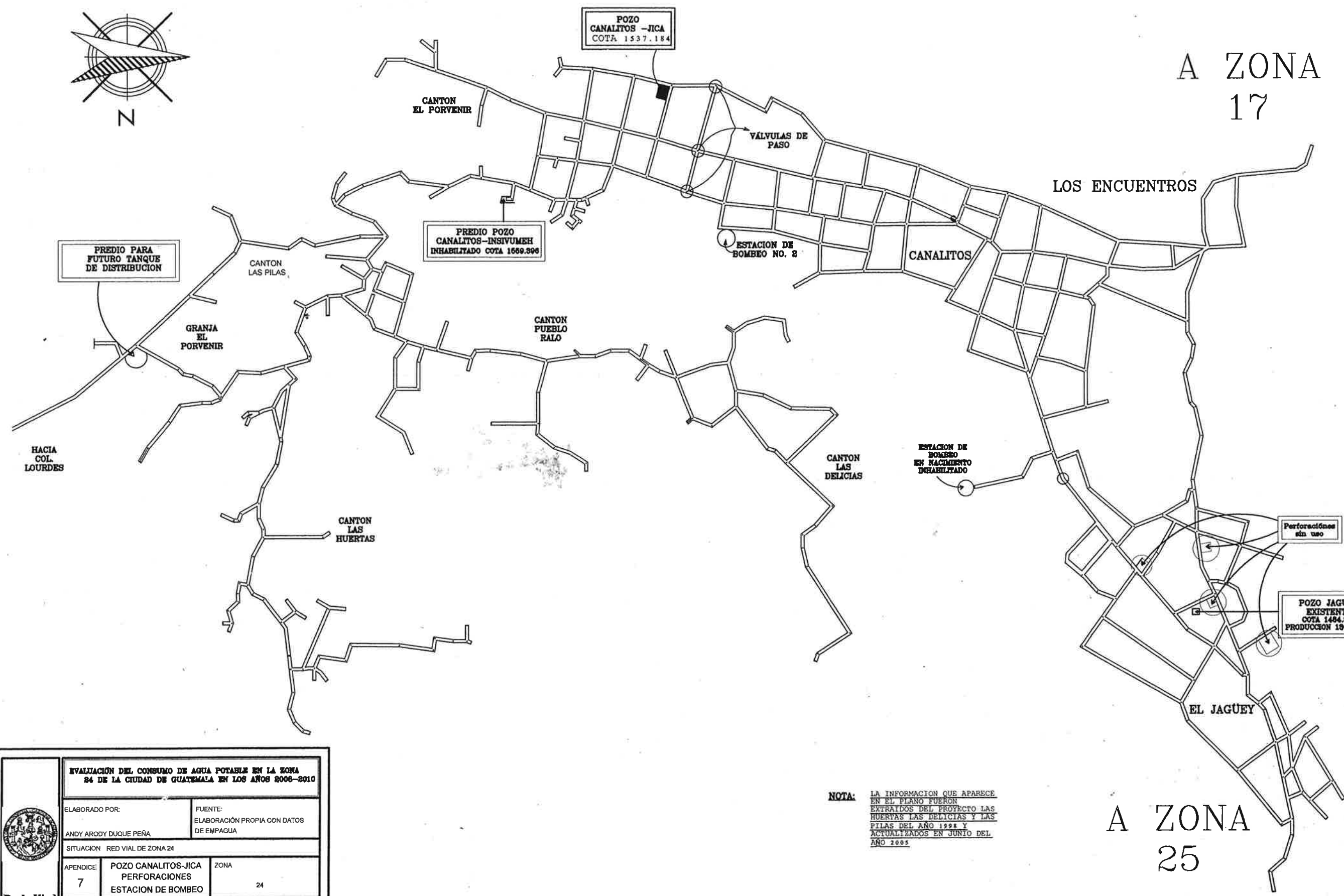
Precio del metro cúbico de agua en ciudad de Guatemala



Fuente: elaboración propia: precios del agua de EMPAGUA en los años 2008, 2009 y 2010, con datos de EMPAGUA.



A ZONA
17



A ZONA
25

NOTA: LA INFORMACION QUE APARECE EN EL PLANO FUERON EXTRAIDOS DEL PROYECTO LAS HUERTAS LAS DELICIAS Y LAS PILAS DEL AÑO 1998 Y ACTUALIZADOS EN JUNIO DEL AÑO 2005

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 24 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010		
ELABORADO POR: ANDY ARODY DUQUE PEÑA		FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE EMPAGUA
SITUACION RED VIAL DE ZONA 24		
APENDICE 7	POZO CANALITOS-JICA PERFORACIONES ESTACION DE BOMBEO	ZONA 24
FECHA MARZO 2013	ESCALA 1/10500000	

Red Vial
zona 24

ANEXOS

Anexo 1. Datos de holográficos de zona 24 años 1994 y 2002

AÑO		1994	2002
SEXO	HOMBRES	4589	7267
	MUJERES	4622	7543
GRUPOS DE EDAD	00-06	1996	2782
	07--14	1987	3082
	15-64	4914	8445
	65 Y MAS	304	501
GRUPO ETNICO	INDIGENA	763	667
	NO INDIGENA	8345	14133
ALFABETISMO	ALFABETA	4276	10378
	ANALFABETA	952	1650
NIVEL DE ESCOLARIDAD	NINGUNO	1271	1575
	PREPRIMARIA	174	158
	PRIMARIA	4788	7290
	MEDIA	938	2794
	SUPERIOR	34	211

Fuente: X censo de población, V de habitación; XI censo de población, VI de habitación 2002.