



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

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II, DEL MUNICIPIO
DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

José Abel Rodríguez Macario

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II, DEL MUNICIPIO
DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ ABEL RODRÍGUEZ MACARIO

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

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

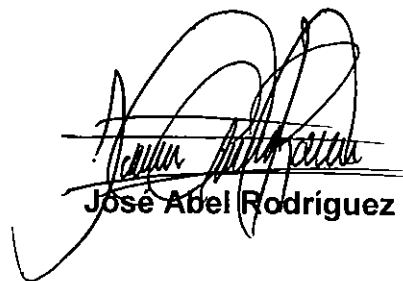
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Luis Estuardo Saravia Ramírez
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II, DEL MUNICIPIO
DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de octubre de 2012.



José Abel Rodríguez Macario

Guatemala 9 de septiembre de 2013

Ingeniero
Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
Coordinador de la unidad de Investigación
Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala

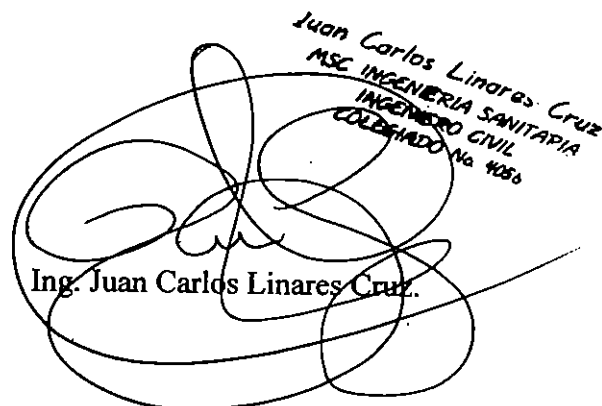
Estimado Ing. Quiñónez

Atentamente me dirijo a usted para exponer lo siguiente:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC, SECTOR II, DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de ingeniería civil José Abel Rodríguez Macario, quien contó con mi asesoría.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante Rodríguez Macario, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,


Ing. Juan Carlos Linares Cruz.
Juan Carlos Linares Cruz
MSC INGENIERIA SANITARIA
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO No 4058



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, 27 de septiembre de 2013

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

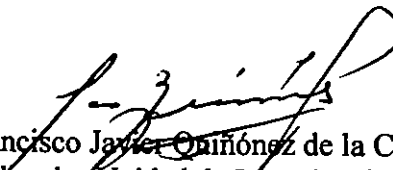
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II, DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, realizado por el estudiante universitario **José Abel Rodríguez Macario**, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Linares Cruz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Rodríguez Macario** 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



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. Juan Carlos Linares Cruz y del Coordinador de la Unidad de Investigación, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante José Abel Rodríguez Macario, titulado **EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC, SECTOR II, DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre de 2013.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

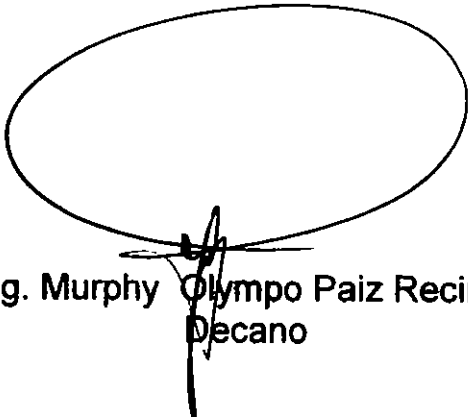


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 725.2013

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 DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II, DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,** presentado por el estudiante universitario **José Abel Rodríguez Macario,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 18 de octubre de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por guiar mi vida y brindarme su amor, sabiduría y la vida eterna. A Él sea la gloria en la iglesia en Cristo Jesús por todas las edades, por los siglos de los siglos. Amén...!
Mis padres	José Samuel Rodríguez Escobar y Eluvina Graciela Macario. Por su paciencia, esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado y por enseñarme a como cumplir mis propósitos.
Mis hermanos	Eunice, Moisés y Samuel Rodríguez. Por estar presentes en cada momento de mi vida.
Iglesia Hermandad Bíblica	Donde me he formado con una vida más cerca de la presencia de Dios.
Mis sobrinos	José Manuel, Sophia y Dulce Ismalej, y Ailyn Rodríguez que con su ternura e inocencia alegran mi vida.
Toda mi familia	Abuelos, tíos, primos. Por su valioso apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la oportunidad de cumplir esta meta y darme fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional y por ser mi segundo hogar.
Mis padres	Por brindarme su amor cada día de mi vida y confiar plenamente en mí. Los amo con todo mi corazón.
Mi asesor	Ing. Juan Carlos Linares Cruz, por su valiosa colaboración e instrucción, dedicando su tiempo en la elaboración de este trabajo.
Pastor de la iglesia Hermandad Bíblica	José Fermín Estrada, por sus oraciones, consejos y apoyo durante el tiempo de conocerlo.
Mis amigos y compañeros	Por la convivencia que nos ha acercado y por los momentos en los que han demostrado su fidelidad, cariño y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	1
1.1. Ubicación del área servida.....	1
1.2. Topografía	1
1.3. Clima	3
1.4. Sistema de abastecimiento actual	4
1.4.1. Tipo de consumidor	4
1.5. Factores que influyen en el consumo de agua potable	5
1.5.1. Calidad del agua	6
1.5.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) y red de distribución.....	6
1.5.3. Población	7
1.5.4. Características socioeconómicas	8
1.6. Medición de caudales	9
1.6.1. Conceptos fundamentales sobre medición de caudales	9
1.6.1.1. Caudal máximo diario.....	10
1.6.1.2. Caudal máximo horario	11
1.6.2. Instrumentos de medición de caudal en tuberías cerradas y a presión	11

1.6.3.	Macromedición	14
1.6.4.	Micromedición	15
1.6.5.	Criterios generales para la localización de estaciones de medición	15
2.	PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	17
2.1.	Guías actuales de diseño	17
2.2.	Macro y micromedidores instalados en el sistema de agua potable	18
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1.	Etapa 1.....	21
3.2.	Etapa 2.....	22
3.3.	Etapa 3.....	26
3.4.	Etapa 4.....	33
4.	RESULTADOS	35
4.1.	Macromedición.....	35
4.2.	Micromedición.....	35
4.3.	Estado actual de las unidades del sistema.....	37
5.	ANÁLISIS Y CÁLCULOS	41
5.1.	Cuadros analíticos	52
5.2.	Cuadros de consumo	52
5.3.	Curvas de variación.....	69
6.	DISCUSIONES	75

CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	81
APÉNDICES.....	83
ANEXOS	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la comunidad Chuq Muc	2
2.	Vivienda de la comunidad Chuc Muc	22
3.	Viviendas habitadas de la comunidad Chuc Muc	23
4.	Panorama de la comunidad Chuc Muc.....	24
5.	Lectura de contadores.....	25
6.	Tanque de almacenamiento.....	38
7.	Filtro lento para potabilización.....	38
8.	Caseta de cloración	39
9.	Línea de distribución, tubería de 4" de diámetro.	39
10.	Micromedidor (contador)	40
11.	Caseta control de mando de bombeo.....	40
12.	Coeficiente de variación diaria Vs. probabilidad de ocurrencia.....	43
13.	Coeficiente de variación horaria Vs. probabilidad de ocurrencia	45
14.	Porcentaje de volumen de regulación Vs. probabilidad de ocurrencia	48
15.	Demanda promedio de los lunes de diciembre de 2012	69
16.	Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2012	70
17.	Demanda promedio de los lunes del periodo de investigación	71
18.	Demanda promedio general del periodo de investigación	72
19.	Demanda diaria promedio en el periodo de investigación	73
20.	Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio.....	74

TABLAS

I.	Accidentes orográficos-municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá	3
II.	Anotaciones de consumo.....	26
III.	Cálculo de consumos en m ³	27
IV.	Consumo de cada uno de los días de la primera semana de febrero ..	36
V.	Coeficiente de variación diaria (K ₁) para cada día	42
VI.	Coeficiente de variación horaria K ₂ para cada día	45
VII.	Porcentajes de volumen de regulación para cada día de investigación.....	47
VIII.	Resumen anual del porcentaje de pérdidas	49
IX.	Consumos horarios y porcentos en el día de máximo consumo.....	53
X.	Consumos horarios y porcentos en el día de mínimo consumo	54
XI.	Consumos horarios y porcentos en el día promedio	55
XII.	Consumos promedios diarios en m ³ de diciembre de 2012	56
XIII.	Porcientos de la demanda media diaria en los días de diciembre de 2012.....	56
XIV.	Consumos promedios diarios en m ³ de enero de 2013.....	57
XV.	Porcientos de la demanda media diaria en los días de enero de 2013.....	57
XVI.	Consumos promedios diarios en m ³ de febrero de 2013.....	58
XVII.	Porcientos de la demanda media diaria en los días de febrero de 2013.....	58
XVIII.	Consumos promedios semanal en m ³ de diciembre de 2012	59
XIX.	Porcientos de la demanda media semanal de diciembre de 2012	59
XX.	Consumos promedios semanal en m ³ de enero de 2013.....	60
XXI.	Porcientos de la demanda media semanal de enero de 2013.....	60
XXII.	Consumos promedios semanal en m ³ de febrero de 2013.....	61

XXIII.	Porcientos de la demanda media semanal de febrero de 2013.....	61
XXIV.	Consumo promedio durante diciembre de 2012.....	62
XXV.	Consumo promedio durante enero de 2013.....	62
XXVI.	Consumo promedio durante febrero de 2013.....	63
XXVII.	Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2012.....	63
XXVIII.	Porcientos de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2012.....	64
XXIX.	Demanda diaria durante las semanas de enero de 2013.....	64
XXX.	Porcientos de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2013.....	65
XXXI.	Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2013.....	65
XXXII.	Porcientos de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2013.....	65
XXXIII.	Consumos promedios diarios en m ³ durante el periodo de investigación.....	66
XXXIV.	Porcientos del promedio diario del periodo de investigación.....	67
XXXV.	Consumo promedio y por ciento de la demanda media durante el periodo de investigación.....	67
XXXVI.	Cálculo de la demanda diaria promedio durante el periodo de investigación.....	68
XXXVII.	Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la investigación.....	76

GLOSARIO

Abastecer	Proveer a alguien de aquello que necesita.
Cartografía	Ciencia que se encarga del estudio y la elaboración de los mapas geográficos.
Dotación	Es un conjunto de elementos que mantienen características similares y que se agrupan en determinada manera.
Orografía	Es la parte de la geografía física que se dedica a la descripción de las montañas, a través de sus representaciones cartográficas.
<i>Per cápita</i>	Por cabeza, para cada una de las personas o cosas.
Saneamiento	Acondicionamiento de un lugar o una cosa a una situación de higiene.

RESUMEN

En la presente investigación, se procedió a evaluar mediante detalladas mediciones, el consumo de agua potable para poder actualizar los criterios o los parámetros de diseño, que fueron utilizados en el proyecto de abastecimiento de agua potable en la comunidad Chuq Muc, en el sector II, del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá.

Para ello fue necesario realizar medidas de consumo diario y horario, mediante contadores o medidores de agua potable instalados en cada una de las viviendas de los usuarios y conocer los máximos y mínimos consumos para poder determinar los coeficientes de variación y de esta manera, se compararon los parámetros de diseño de la red de distribución existente.

Esta investigación se realizó en una sola fase dividida en cuatro etapas. En la primera etapa se llevó a cabo una capacitación a través de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil.

En la segunda etapa se realizó una inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, con la finalidad de verificar las características de funcionamiento del sistema de agua potable; así también, se colocaron en las conexiones domiciliarias medidores y se obtuvo lecturas a cada hora iniciando a las 6 de la mañana y terminando a las 8 de la noche.

La tercera etapa se realizó una capacitación para desarrollar los cálculos correspondientes con los datos obtenidos en las lecturas.

En la cuarta y última etapa se procedió a presentar los resultados obtenidos durante la investigación en el presente trabajo.

OBJETIVOS

General

Evaluar y actualizar los criterios o parámetros de diseño utilizados en el proyecto construido de abastecimiento de agua potable en la comunidad Chuq Muc Sector II, del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá.

Específicos

1. Determinar la cuota *per cápita* real de consumo en la comunidad Chuq Muc Sector II, en el proyecto de abastecimiento de agua potable, donde se aplicaron los criterios de diseño de las guías existentes de Guatemala en los estudios preliminares.
2. Determinar y actualizar los parámetros reales de diseño que caractericen a la comunidad Chuq Muc, para garantizar el buen funcionamiento de los proyectos rurales a construirse a futuro.
3. Determinar y verificar los criterios o parámetros de diseño establecidos en el estudio inicial, para determinar si cumplen su aplicabilidad en el funcionamiento del sistema construido de abastecimiento de agua potable con los calculados.

INTRODUCCIÓN

Los gobiernos de Guatemala no han desarrollado una política de investigación coherente en el área de los sistemas de abastecimiento de agua potable, que vincule los planes de investigación con las necesidades reales de las instituciones del sector encargadas de desarrollar los estudios, y las ejecuciones de los proyectos y de las poblaciones a ser atendidas.

El sobredimensionamiento de los sistemas construidos de abastecimiento de agua potable, que se han aplicado en la utilización de los parámetros de diseño con y sin uso de la guía, han encarecido los costos de los sistemas rurales, por lo que en este trabajo se determinan parámetros de diseño concordantes con la realidad rural, lo que permitirá optimizar las inversiones y minimizar la capacidad ociosa de los elementos del sistema.

En la presente investigación, se implementa para el sistema de agua potable, los componentes de macro y micromedición, para obtener conocimientos más amplios sobre el comportamiento real que caracteriza a la comunidad en estudio. Esto permite la recopilación de información necesaria para determinar los principales parámetros de diseño como por ejemplo, el coeficiente de variación diaria y horaria, la dotación de consumo *per cápita* y producción de consumo *per cápita*.

1. DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Ubicación del área servida

El área geográfica de estudio es la región VI de la República de Guatemala, municipio de Santiago Atitlán del departamento de Sololá, donde se analizó a la comunidad Chuq Muc sector II. El municipio de Santiago Atitlán está situado entre las llanuras costeras y las regiones montañosas de la parte suroeste de Guatemala. Este se encuentra a una altura de 1 560 metros sobre el nivel del mar a orillas del lago de Atitlán¹, cuyo nombre significa lugar entre mucha agua. Su población es de origen maya tzutujil.

1.2. Topografía

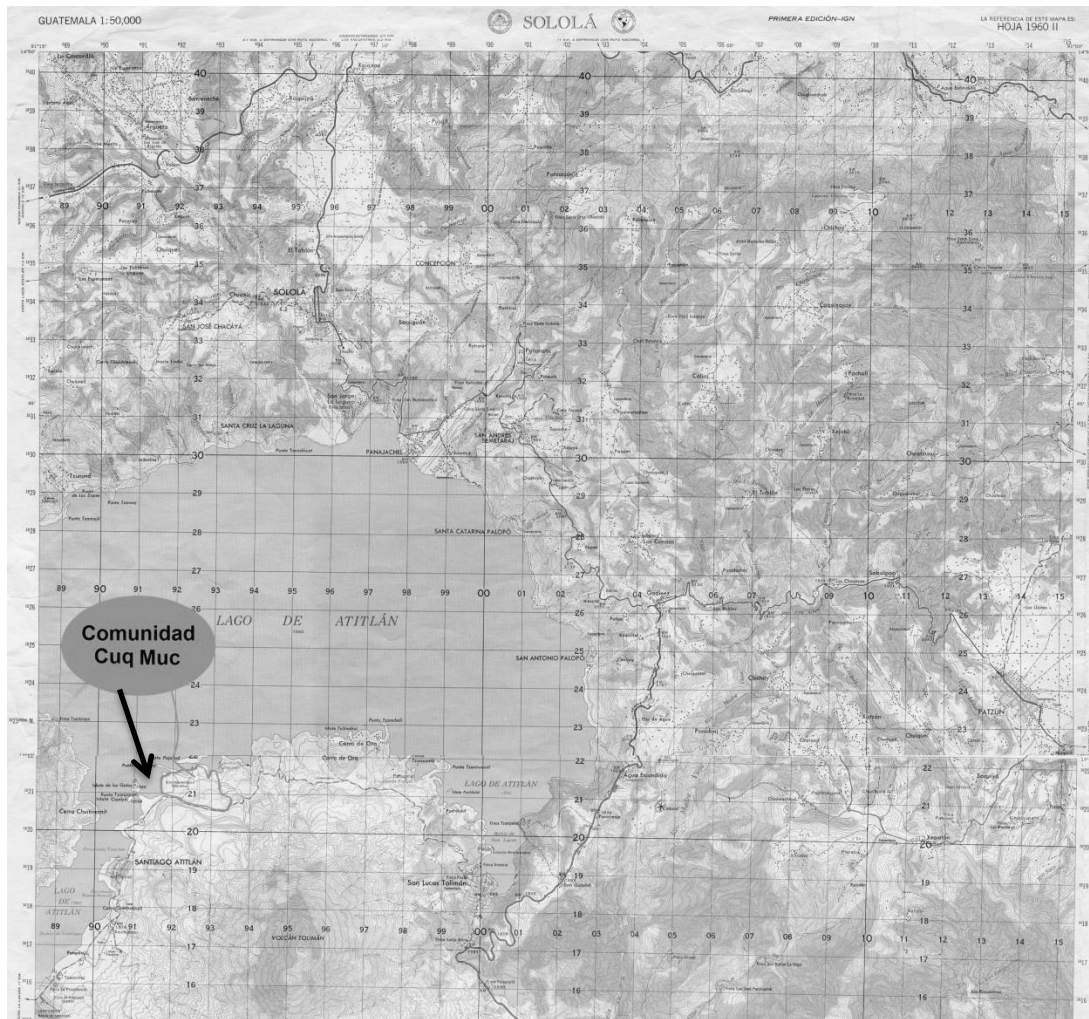
El municipio de Santiago Atitlán presenta una topografía quebrada con pendientes pronunciadas, debido a que se ubica en terrenos volcánicos y montañosos, lo que hace restringido el uso adecuado de la tierra. En el 2005 la tormenta Stan provocó cuantiosas pérdidas materiales y muertes, debido a deslaves. Así también, daños colaterales como el rompimiento del tejido social en las comunidades de Tzanchaj y Panabaj.

Por esta razón, tales comunidades fueron reubicadas a la entrada del municipio de Santiago Atitlán, en la nueva aldea llamada Chuq Muc. La topografía de esta nueva comunidad no varía en cuanto al resto de la población. Prácticamente, todo el municipio presenta una topografía invariable.

¹"Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión"

La siguiente hoja cartográfica muestra la localización de la comunidad Chuq Muc.

Figura 1. Ubicación de la comunidad Chuq Muc



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La siguiente tabla muestra los accidentes orográficos que se encuentran en la región donde está ubicado el municipio.

Tabla I. **Accidentes orográficos-municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá**

Volcán	Montaña	Cerro	Puntas	Islotes
Atitlán	Agua escondida	Chitziquirilaj	Tzanajpuj	Cojolyá
Tolimán	Chochichuc	Cerro de oro	Tzanchalí	De los gatos
San Pedro	Pachojob chocojomché	Quivaljuyu	Tzanhacal	Pajaibal
	Chopera	Xesucut	Tzanhayam	Tzilinabaj
	Xechumil			
	Chevolcán			

Fuente: Diagnóstico del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá.

1.3. Clima

Se marcan dos estaciones al año, el verano abarca los meses de noviembre a abril y la época lluviosa de mayo a octubre. Según las unidades bioclimáticas la temperatura media anual en la parte baja es de 24 a 30 grados centígrados, y en la parte alta de 18 a 24 grados centígrados.²

Anteriormente era un poco frío debido a que la cubierta forestal era mucho mayor que en la actualidad. Esto se debe a que la población ha ido creciendo constantemente año tras año, por lo que se ha tenido la necesidad de crear caseríos o aldeas donde las familias puedan vivir, y por ende las zonas boscosas han ido desapareciendo.

²Instituto Nacional Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

1.4. Sistema de abastecimiento actual

La comunidad Chuq Muc cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable a través de conexiones domiciliarias, la mayoría de comunidades no cuenta con medidores (micro medición) y fueron construidas con financiamiento del Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Básico, Préstamo BID 1469/OC-GUINFOM-UNEPAR.

El agua es bombeada desde la fuente principal, que es el lago de Atitlán, por medio de una tubería de hierro fundido dúctil (HFD) de 8 pulgadas de diámetro. Una caseta aérea ubicada a la orilla del lago, se encarga del control de bombeo por medio de dos bombas de 60 caballos de fuerza, las cuales impulsan el agua hacia un sistema de tratamiento de purificación que consta de dos unidades de filtros lentos, luego pasa a dos tanques de abastecimiento con capacidad de 300 m³ y 520 m³. Estos últimos se encargan de la distribución a toda la red del sistema por medio de tubería de PVC de diferentes diámetros.

1.4.1. Tipo de consumidor

Para todo tipo de investigación de consumo de agua potable, es necesario determinar el uso que ésta recibe para atender más eficientemente la demanda de parte de la comunidad. Para este caso, está claro que todas las viviendas de la aldea Chuq Muc usan el agua específicamente para satisfacer sus necesidades diarias, incluyendo la obtención de sus productos agrícolas. No teniendo ninguna actividad comercial, industrial u otra en la cual el consumo de agua potable sería altamente elevado.

Los sistemas de agua potable rural no cuentan con una regulación jurídico-institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un comité o cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través de los respectivos Servicios de Salud del Ambiente.

No obstante, los sistemas rurales deben cumplir con las normas sobre calidad de los servicios y las normas técnicas respectivas. El régimen tarifario se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

1.5. Factores que influyen en el consumo de agua potable

La cantidad de agua que utiliza un grupo de personas radicado en un lugar determinado, se llama consumo de agua potable. Entre los múltiples factores que actúan para determinar el consumo de agua están los que afectan directamente e indirectamente. Debido a su influencia, al querer determinar la dotación total necesaria para una población, es indispensable su estudio detallado y cuidadoso.

En este caso se ve a continuación, algunos factores que determinan la regulación del consumo de agua potable.

1.5.1. Calidad del agua

El agua es un recurso natural que cada día se vuelve más escaso, debido a que su demanda cada vez es mayor, por el incremento poblacional e industrial de los últimos años. Esto ha causado su deterioro por la contaminación que generan, así mismo, es más difícil la recarga de los mantos freáticos debido a la deforestación y la aparición de grandes complejos habitacionales, que se han construido en las zonas de recarga.

Se dice que el agua potable o agua para consumo humano, es el agua que puede ser consumida sin restricción, debido a que gracias a un proceso de purificación no representa un riesgo para la salud. En Guatemala se aplica al agua que cumple con las especificaciones que promulga la norma Guatemalteca Obligatoria NGO 29.001.

Cuando la calidad del agua no es la adecuada, hay restricciones en el consumo, ya que si no se cumplen las especificaciones en las características físicas y químicas de la misma, puede causar serios daños al consumidor, por esto es necesario tener un control con respecto a la calidad del agua para consumo.

1.5.2. Presión en la línea de conducción (impulsión) y red de distribución

La presión en la línea de conducción y en la red de distribución, es un factor muy importante que se debe tener en cuenta para poder abastecer eficientemente a la población.

Para la línea de impulsión al igual que para la red de distribución, se toma como base una serie de criterios y parámetros, partiendo de las condiciones a las que se encuentra sometida la tubería, como su entorno y forma en que se extrae el agua. La presión debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será la que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema.

Las presiones a las cuales está sometida la red de distribución del sector II de la aldea Chuq Muc, están determinadas por las diferentes alturas que tiene el terreno, dichas presiones varían entre 17 metros columna de agua (m.c.a.) y 57 m.c.a. Ver anexo, figura 1. Curvas de presión.

1.5.3. Población

El rápido crecimiento de la población mundial está convirtiendo el agua en un bien cada vez máspreciado y escaso. El uso que se hace del agua aumenta en relación con la cantidad de agua disponible, es decir el consumo de recursos hídricos *per cápita* sigue creciendo.

La mayor cantidad de la extracción anual de agua para uso humano se destina a la agricultura (principalmente para riego); después para la industria y la menor cantidad para el consumo doméstico (hogar, agua para beber, saneamiento). El consumo está relacionado en proporción directa al número de habitantes servidos. Entre mayor sea la población, mayor será la demanda unitaria de agua requerida.

El proyecto de abastecimiento de agua potable de la comunidad Chuq Muc, fue diseñado tomando en cuenta el crecimiento poblacional, con una tasa de crecimiento de 3 % (según parámetros de diseño empleados por parte del INFOM). La población actual del sector II de la comunidad consta de 1 932 habitantes. La población inicial total para la comunidad Chuq Muc fue de 5 016 habitantes para los cuatro sectores que en ella están instalados. Diseñándose así el proyecto para una población futura de 9 331 habitantes, con un período de diseño de 21 años. Ver anexo, tabla I. Pronóstico de demanda de agua potable, Chuc Muc, Santiago Atitlán.

1.5.4. Características socioeconómicas

La relación de este factor al igual que el factor población, es también directa. El mayor o menor desarrollo de las actividades comerciales, industriales y agrícolas de la población determina un mayor o menor consumo de agua. La forma de vida de la población, desarrollada en su respectivo nivel socioeconómico, es otro de los factores que afecta explícitamente al valor del consumo de agua potable.

La influencia de este factor es directamente proporcional al consumo. Una población de estándar de vida elevado supone mayores y mejores instalaciones sanitarias como: baños de cerámica, agua caliente, mayor número de sanitarios por casa, etc., además del número de jardines particulares que son regados y cantidad de vehículos que son lavados.

Para la comunidad Chuq Muc el nivel económico social está determinado por su actividad laboral. Esta población cuenta con un flujo comercial local que es la venta de productos agrícolas, así como la producción artesanal la cual se comercializa dentro del casco urbano.

El sector agrícola compra fertilizantes, pesticidas, fungicidas, semillas, maquinaria agrícola, equipo y materiales, entre otros. En lo artesanal se utilizan insumos para la elaboración de puertas, ventanas, mesas, y todo tipo de muebles producidos con madera. Existen pequeños productores agrícolas que se dedican al cultivo de granos básicos como el maíz y frijol, que son los principales cultivos utilizados para el autoconsumo en el hogar.

Actualmente, la comunidad Chuq Muc no cuenta con todas sus calles pavimentadas, pero se espera que muy pronto esto pueda convertirse en un panorama diferente ya que está en ejecución, por parte de la municipalidad, el proyecto de pavimentación en otros sectores de la misma comunidad.

Se puede mencionar entonces, que la comunidad Chuq Muc tiene un bajo nivel económico social, la cual no permite un excesivo consumo de agua potable. Además, se debe sumar que un 40 % de las 836 viviendas instaladas dentro de la aldea, se encuentran deshabitadas.

1.6. Medición de caudales

La selección eficaz de un medidor de caudal exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor, además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir.

1.6.1. Conceptos fundamentales sobre medición de caudales

La medida de caudal en conducciones cerradas, consiste en la determinación de la cantidad de masa o volumen que circula por la conducción por unidad de tiempo.

Los instrumentos que llevan a cabo la medida de un caudal se denominan habitualmente, caudalímetros o medidores de caudal; constituyendo una modalidad particular los contadores, los cuales integran dispositivos adecuados para medir y justificar el volumen que ha circulado por la conducción.

1.6.1.1. Caudal máximo diario

El consumo medio anual sufre variaciones en más y en menos, pues hay días que por la actividad, la temperatura u otra causa, se demanda un consumo mayor que el medio anual; el caudal máximo diario, es la demanda máxima que se presenta en un día del año, es decir que representa el día de mayor consumo del año. Se determina multiplicando el caudal medio diario y el factor de día máximo (fdm) que varía según las características de la población.

$$Q_{\text{max. Diario}} = \text{fdm} * Q_{\text{md}}$$

Dónde:

$Q_{\text{max. Diario}}$ = Caudal máximo diario

fdm = factor de día máximo, oscila entre 1,2 y 1,8

Q_{md} = Caudal medio diario

Para el pronóstico inicial o demanda de agua potable de la comunidad Chuq Muc, el caudal máximo diario se calculó con base en un caudal medio de 9,48 lt/s y un factor de día máximo de 1,5, dando como resultado un caudal máximo diario de 14,22 lt/s. Ver anexo, tabla I. Pronóstico de demanda de agua potable, Chuc Muc, Santiago Atitlán.

1.6.1.2. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un periodo de observación de un año y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima. El factor de hora máximo se encuentra entre 2 y 3. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir.

$$Q_{\text{max. horario}} = f_{\text{hm}} * Q_{\text{md}}$$

Dónde:

$Q_{\text{max. horario}}$ = Caudal máximo horario

f_{hm} = factor de hora máxima

Q_{md} = Caudal medio diario

Al igual que para el cálculo del caudal máximo diario, el caudal máximo horario se calculó con base en caudal medio, utilizando un factor de hora máxima con un valor de 2, dando como resultado un caudal de 18,96 lt/s. Ver anexo, tabla I. Pronóstico de demanda de agua potable, Chuc Muc, Santiago Atitlán.

1.6.2. Instrumentos de medición de caudal en tuberías cerradas y a presión

Existe una variedad de medidores que tienen su aplicación en los sistemas de agua potable y alcantarillado y sus diseños están basados de acuerdo a las presiones de operación y calidad del agua que se pretende cuantificar. Entre ellos se pueden mencionar:

- Medidores de velocidad

Este tipo de medidor se utiliza tanto para macromedición como para micromedición. Como elemento de medición, este utiliza una turbina o hélice que trabaja a presión en donde el flujo del agua corre en una dirección axial a ellas.

La medición se logra con base en la proporcionalidad existente entre el número de revoluciones de la turbina o hélice y la velocidad del agua que corre por la tubería, la velocidad de giro de la turbina o hélice es transmitida a un sistema de relojería o de pulsos eléctricos que la transforman directamente en información equivalente a volúmenes o registros gráficos.

Entre los medidores se puede encontrar: medidor de tipo Woltmann, medidores de hélice o propela, de tipo turbina y tipo micro molinete.

- Medidores de presión diferencial

Otra forma de medir flujos en conductos cerrados a presión, es por medio de elementos que producen pérdida de presión durante el proceso. Los medidores de presión diferencial, son utilizados específicamente en la macromedición. Estos medidores se les llaman deprimógenos, porque en la sección de medición contraen la vena líquida. Consisten básicamente de una reducción gradual o brusca de la sección donde transita el flujo, ocasionando un aumento de velocidad y una pérdida de presión.

Las pérdidas de presión en la sección de medición, se expresan en mca (metros columna de agua) y se registran con manómetros diferenciales o registradores de presión.

Entre los medidores de presión diferencial se pueden mencionar:

- Medidores de tipo Venturi
 - Medidor de tipo Dall (Venturi modificado)
 - Medidor de tipo Tobera
 - Tipo Placa de Orificio
 - Medidor de tipo Tubo de Pitot Simplex, medidor de tipo Tubo de Pitot Cole
 - Medidor de tipo Tubo de Pitot modificado Annubar
- Medidor ultrasónico

El principio de funcionamiento de este medidor tiene su origen en las aplicaciones de la acústica, y de éstas específicamente la relacionada con el sonar, de acuerdo con esto el funcionamiento de un medidor ultrasónico se basa en lo siguiente: una señal sónica es transmitida diagonalmente a través del tubo por donde circula el agua, la velocidad que lleva el agua afecta el tiempo que la señal emplea para viajar del transmisor al receptor.

Para uso en sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento los medidores ultrasónicos más usados son los conocidos como tiempo en tránsito (*time of flight*) y el denominado de efecto Doppler. La diferencia entre ambos medidores estriba en lo siguiente: en el medidor "tiempo en tránsito" la señal acústica va del emisor al receptor; y en el de efecto

Doppler, la señal es reflejada por el material que lleva el agua en suspensión.

Por lo anterior el medidor ultrasónico "tiempo en tránsito" es únicamente utilizable en macromedición y específicamente en aguas limpias que no contengan sólidos en suspensión. En cambio el de efecto Doppler, aunque también, es solo utilizado en macromedición, solo puede usarse en aguas que contengan sólidos en suspensión.

El uso de este equipo es recomendable para todo tipo de tubería y en diámetros de 2" a 72". Sin embargo, es necesario realizar verificaciones periódicas de su exactitud y análisis físico químicos del agua, para garantizar su confiabilidad

1.6.3. Macromedición

Es el conjunto de elementos y actividades permanentes destinadas a la obtención, procesamiento, análisis y divulgación de los datos operacionales relativos a los flujos y volúmenes totales, presiones y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable.

Para esta actividad se utilizan los medidores de velocidad, medidores de presión diferencial y los medidores ultrasónicos, los cuales se encargan de proporcionar la información necesaria para la lectura del consumo de agua.

1.6.4. Micromedición

Se le llama así al conjunto de actividades que permiten conocer los volúmenes de agua que una determinada población consume, pudiendo obtenerse estos datos de consumo en las distintas categorías: comercial, residencial, agrícola e industrial. Esta actividad también, está basada mediante acciones de soporte como son: supervisión, mantenimiento de medidores, verificación de medidores (laboratorio), etc.

Los tipos de medidores utilizados en la micromedición, son los llamados medidores de velocidad, o más comúnmente contadores.

La micromedición cuenta con medidores para determinar los consumos de los usuarios, para lo cual se obtiene una racionalización en el uso del agua, conduciendo a beneficios técnicos, sociales, financieros y económicos.

1.6.5. Criterios generales para la localización de estaciones de medición

Se ha querido incluir unos breves comentarios sobre los problemas que causan la ubicación actual de los medidores, lo que se hace sobre la acera o andén. En la red de distribución de la comunidad Chuq Muc, no todos los contadores o medidores están instalados dentro de los límites de la vivienda, sino que, varios contadores fueron colocados sobre el andén, lo cual los expone a una probabilidad mayor de riesgos, pero resulta en ventaja para ciertas actividades de inspección.

Desde el punto de vista de los encargados de la toma de lecturas, la instalación de los medidores fuera del domicilio trae más ventajas, ya que éste se encuentra al alcance para efectuar lecturas, inspección, retiro o cambio, sin necesidad de entrar a la vivienda, lo que facilita el trabajo y evita la conexión de instalaciones clandestinas antes del medidor.

En general se plantea, sin embargo, que esto tiene sus desventajas, pues el medidor está sujeto a daños por agentes externos como el clima, inundación e inclusive robo. Es importante enfatizar en los cuidados que deben tenerse cuando se instalan los medidores por encima de la superficie, ya que estos han sido contruidos para trabajar en posición horizontal sin inclinación a izquierda ni derecha. Existen varias investigaciones en las que se ha demostrado que la precisión disminuye cuando no se observan estos cuidados.

La instalación de medidores domiciliarios de agua, es una forma de hacer que la población haga uso racional del servicio, ya que su implantación permite establecer tarifas de cobro de acorde a su consumo. No basta con instalar medidores, sino que se debe establecer una verdadera política de mantenimiento preventivo y correctivo, a fin de que se garanticen las inversiones.

2. PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.1. Guías actuales de diseño

La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), ha elaborado las guías de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable en comunidades rurales, para ello ha tomado en cuenta normas y guías de diseño existentes de otros países y la experiencia de profesionales guatemaltecos en el área de sistemas de abastecimiento y saneamiento.

Es indudable que dichas guías, en su concepción, no obedecen a datos con un sustento basado en resultados de investigaciones básicas y aplicadas, afirmando que los parámetros establecidos en la guía fijan valores de dotaciones *per cápita*, variaciones de consumo horarias y diarias, además de volúmenes de regulación, que no reflejan en forma real y objetiva los usos y costumbres de las comunidades rurales.

Actualmente, se ha implementado el uso de la “Guía para el diseño para abastecimiento de agua potable a zonas rurales” en algunas instituciones tales como: Fondo de Inversión Social (FIS), Fondo Nacional Para la Paz (FONAPAZ), Fondo de Tierras y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), en la aplicación de los criterios o parámetros de diseño para las formulaciones de las construcciones de los sistemas de abastecimiento de agua potable en áreas rurales a nivel nacional.

Desde la última fecha de presentación, la guía tiene 17 años de haberse creado y no cuenta con un soporte de investigación de campo, que fundamente los criterios más importantes utilizados.

Consciente de estos valores o parámetros de diseño que están sobredimensionados por ausencia de guías con datos reales para los estudios de los proyectos, se ha determinado que hace encarecer los costos de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales.

El sobredimensionamiento de los sistemas construidos de abastecimiento de agua potable que se han aplicado en la utilización de los parámetros de diseño con y sin uso de normas o guías, conllevan a, ya sea una deficiencia en el servicio, o bien, a una sobreestimación de dicho sistema. Por tal razón, se realizó el estudio a la aldea Chuq Muc, con el fin de determinar parámetros de diseño concordantes con la realidad rural, lo que permitirá optimizar las inversiones y minimizar la capacidad ociosa de los elementos del sistema.

2.2. Macro y micromedidores instalados en el sistema de agua potable

Todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Chuq Muc, cuenta con conexiones domiciliarias en cada vivienda (micromedidores), esto facilita la lectura del consumo por parte de los habitantes de dicha comunidad. No obstante, se presenta la dificultad o imposibilidad de obtener una macromedición, o sea, la lectura total de agua que sale del tanque de abastecimiento, la cual es distribuida a toda la comunidad, por no contar con un medidor total que brinde dicha información la cual es de suma importancia.

La inexistencia de este medidor, hace imposible obtener una evaluación comparativa con respecto al consumo a nivel micromedición. Ya que prácticamente, teniendo el dato de consumo por cada vivienda y al mismo tiempo teniendo el consumo total por medio de dicho medidor total, se sabría si se producen pérdidas o fugas en algún punto de la red de distribución.

No obstante, ante dicha imposibilidad de colocar un medidor total para macromedición, se realizó una actividad de aforo en la entrada de las unidades de filtración. Esto permitió obtener valores de medidas inexactas, siendo la única forma de realizar la comparación con los valores de la micromedición.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Etapa 1

En esta primera etapa, se procedió por medio de inducciones por parte de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a realizar métodos para la recolección, verificación y tabulación de los datos de consumo de agua potable, tanto de micromedición como también de macromedición, con el fin de hacer más eficientes y confiables los resultados de los parámetros que, como finalidad, tiene la investigación.

También se realizó la búsqueda de información bibliográfica, libros, normas y manuales con temas relacionados a dicha investigación para construir el marco conceptual. La mayor información se obtuvo en primer lugar, de los planos de diseño, tanto iniciales como finales. Ver anexo, planos iniciales y finales, figuras 2 y 3 respectivamente.

Además, se tuvo el conocimiento acerca de los parámetros de diseño los cuales utilizaron para llevar a cabo la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable. Ver anexo, tabla I. Pronóstico de demanda de agua potable, Chuc Muc, Santiago Atitlán.

3.2. Etapa 2

Se llevó a cabo el estudio del sistema actual de la comunidad de Chuq Muc en el Sector II, del municipio de Santiago Atitlán, del departamento de Sololá. El estudio se enfocó a 60 viviendas de esta comunidad. Éste se realizó con una inspección inicial a todo el sistema de abastecimiento de agua potable conforme a planos iniciales de diseño proporcionados por el Programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural, de la misma manera proporcionaron los planos finales de la construcción del sistema, determinando que su funcionamiento está en actividad constante las 24 horas del día abasteciendo a toda la comunidad desde el 2010 hasta la fecha.

Las siguientes imágenes muestran el estado de la comunidad Chuc Muc, municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá.

Figura 2. **Vivienda de la comunidad Chuc Muc**



Fuente: casa del sector II donde se tomaron lecturas de consumo de agua.

Figura 3. **Viviendas habitadas de la comunidad Chuc Muc**



Fuente: frente de vivienda del sector II.

Figura 4. **Panorama de la comunidad Chuc Muc**



Fuente: vista de la comunidad Chuc Muc ubicada a orilla del lago de Atitlán.

En la comunidad, por parte de la Municipalidad de Santiago Atitlán, se instalaron las conexiones domiciliarias, colocando medidores volumétricos, obteniendo registros de las horas de consumo a presentarse en un día.

Esta micromedición se realizó en intervalos de dos horas, iniciándose a las 6 de la mañana y concluyéndose a las 8 de la noche, específicamente a 60 casas de la aldea Chuc Muc II del municipio de Santiago Atitlán, del departamento de Sololá, considerando que éste es el periodo de tiempo en el que usualmente se presentan los consumos domiciliarios en esta área de investigación.

En la siguiente imagen se muestra la actividad de muestreo.

Figura 5. **Lectura de contadores**



Fuente: contador instalado a un costado una de las viviendas del sector II.

Los datos obtenidos se registraron en una ficha específica, ver tabla I a la tabla XX en el apéndice.

Esto facilitó la recopilación de la información necesaria, en la cual se anotaron las lecturas procedentes de los contadores, respecto al consumo de cada vivienda en estudio. La tabla siguiente muestra un ejemplo de la información de una semana ya tabulada de una casa en estudio:

Tabla II. **Anotaciones de consumo**

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

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	<u>CHUCMUC SECTOR II</u>
MUNICIPIO	<u>SANTIAGO ATITLÁN</u>
DEPARTAMENTO	<u>SOLOLÁ</u>
CASA No.	<u>10</u>

Semana del: 1 al 7 de Febrero de 2013

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	1 009,1569	1 009,8648	1 010,3265	1 010,7023	1 011,0565	1 011,5268	1 011,9985
08:00	1 009,2458	1 009,9638	1 010,4215	1 010,7126	1 011,0659	1 011,6325	1 012,0564
10:00	1 009,3564	1 009,9896	1 010,5324	1 010,7369	1 011,1263	1 011,7899	1 012,1548
12:00	1 009,3698	1 009,9936	1 010,6363	1 010,7985	1 011,2988	1 011,8564	1 012,2487
14:00	1 009,4516	1 010,0256	1 010,6489	1 010,8026	1 011,2988	1 011,8987	1 012,3269
16:00	1 009,5643	1 010,1487	1 010,6598	1 010,9654	1 011,3648	1 011,9056	1 012,3458
18:00	1 009,6233	1 010,2364	1 010,6699	1 010,9866	1 011,3879	1 011,9236	1 012,3689
20:00	1 009,7586	1 010,2489	1 010,6986	1 010,9987	1 011,4026	1 011,9876	1 012,3987

Fuente: elaboración propia.

3.3. Etapa 3

Después de haber recopilado los datos, se procedió al desarrollo de cuadros analíticos para la tabulación de la información obtenida en campo, realizando de esta manera el cálculo de los consumos en m³, registrados por cada uno de los contadores instalados en cada vivienda de la comunidad.

El cálculo del consumo, se obtiene restando a cada una de las lecturas, la inmediata superior. La siguiente tabla da un ejemplo de los consumos obtenidos de los datos correspondientes a una semana de una casa en estudio, la cual se presentan en la tabla II.

Tabla III. **Cálculo de consumos en m³**

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

CALCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	10

Semana del: 1 al 7 de Febrero de 2013

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,1005	0,1062	0,0776	0,0037	0,0578	0,1242	0,0109
08:00:00	0,0889	0,0990	0,0950	0,0103	0,0094	0,1057	0,0579
10:00:00	0,1106	0,0258	0,1109	0,0243	0,0604	0,1574	0,0984
12:00:00	0,0134	0,0040	0,1039	0,0616	0,1725	0,0665	0,0939
14:00:00	0,0818	0,0320	0,0126	0,0041	0	0,0423	0,0782
16:00:00	0,1127	0,1231	0,0109	0,1628	0,0660	0,0069	0,0189
18:00:00	0,0590	0,0877	0,0101	0,0212	0,0231	0,0180	0,0231
20:00:00	0,1353	0,0125	0,0287	0,0121	0,0147	0,0640	0,0298
Sumatoria	0,7022	0,4903	0,4497	0,3001	0,4039	0,5850	0,4111
Promedio m3/h	0,0502	0,035	0,0321	0,0214	0,0289	0,0418	0,0294

Fuente: elaboración propia.

Habiendo tabulado los datos correspondientes a cada una de las 60 viviendas y obtenido el consumo en metros cúbicos, se obtienen los cálculos siguientes:

- Consumo promedio mensual: se inicia el proceso de evaluación mediante el cálculo del valor de consumo promedio mensual (Q_p mensual) para lograr obtener resultados finales de los promedios de cada mes. Para poder determinar este parámetro, se debe obtener la sumatoria del consumo total de un mes de investigación. Ver apéndice, tabla LIX. Consumo total de micromedición.

Entonces:

$$Q_{p\text{mensual}} = \frac{\sum \text{Consumo total en el periodo de investigación}}{\text{Número total de días}}$$

Dónde:

$Q_{p\text{Mensual}}$: Caudal promedio registrado en un mes en $m^3/\text{día}$

- Coeficiente de variación diaria: se calculó el valor del coeficiente de variación diaria (K_1) de todos los días típicos de un mes de investigación, en función del consumo promedio mensual.

$$K_1 = \frac{\text{Consumo total del día}}{\text{Consumo promedio mensual}}$$

Se procedió a ordenar en forma ascendente los valores obtenidos de K_1 de todos los días del mes en estudio, determinándose sus frecuencias con la finalidad de obtener su probabilidad de ocurrencia.

Reajustando todos los valores obtenidos a una distribución normal y considerando una probabilidad de ocurrencia de un 95 % de confiabilidad se obtuvo que:

$$Z = \frac{K_1 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

Dónde:

Z = valor obtenido mediante niveles de confianza

\bar{K}_1 = coeficiente promedio de variación diaria

σ = desviación estándar

Para una 95 % de confiabilidad el valor de Z = 1,65, entonces:

$$1,65 = \frac{K_1 - \bar{K}_1}{\sigma}$$

- Coeficiente de variación horaria: se calculó el valor del Coeficiente de Variación Horaria (K_2) de todos los días típicos de un mes de investigación, en función del consumo promedio del día

$$K_2 = \frac{\text{Consumo en la hora máximo consumo}}{\text{Consumo promedio del día}}$$

Se procedió a ordenar en forma creciente todos los valores obtenidos de K_2 determinándose sus frecuencias finales en función de la probabilidad de ocurrencia real.

Reajustando los valores obtenidos a una distribución normal y considerando una probabilidad de 95 % de confiabilidad, se obtuvo que:

$$Z = \frac{K_2 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

Dónde:

\bar{K}_2 = coeficiente promedio de variación horaria

σ = desviación estándar

Para un 95 % de confiabilidad el valor de $z = 1,65$, entonces:

$$1,65 = \frac{K_2 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

- Porcentaje de volumen de regulación: de los cuadros diarios se tomaron los porcentajes de volúmenes de regulación (% Vr) de los días típicos de los meses en estudio.

Ordenando los valores obtenidos en forma creciente, se determinaron sus frecuencias, reajustando estos valores a una distribución normal y considerando una probabilidad de un 95 % se obtuvo:

$$Z = \frac{\%V_r - \overline{\%V_r}}{\sigma}$$

Dónde:

$\%V_r$ = porcentaje de volumen de regulación

$\%\overline{V_r}$ = porcentaje promedio de volumen de regulación

σ = desviación estándar

Para un 95 % de confiabilidad el valor de $Z = 1,65$, entonces:

$$1,65 = \frac{\%V_r - \%\overline{V_r}}{\sigma}$$

- Porcentaje de pérdidas: para la determinación del porcentaje de pérdidas de los meses del año en estudio, fue necesario insertar el componente de micromedición en las conexiones domiciliarias, del cual se logró obtener valores de volúmenes totales de agua contabilizada para cada uno de los meses en estudio. Ver apéndice, tabla LIX. Consumo total de micromedición.

Obtenidos los volúmenes totales se procedió a determinar el volumen de agua no contabilizada, de la forma siguiente:

Vol. Agua no contabilizada = Vol. Producido – Vol. Contabilizado

Dónde el porcentaje de pérdidas será:

$$\% \text{ Pérdidas} = \frac{\text{Vol. de agua contabilizada}}{\text{Vol. de agua producida}} \times 100$$

- Dotaciones

Dotación de producción *per cápita*

Teniendo el valor del consumo promedio de agua producida en los meses de investigación y la población servida, se tiene que:

$$\text{Dot. Producción} = \frac{Q_{\text{producido}} \times 1000}{\text{Pob. Servida}}$$

Luego;

$$Q_{\text{producido}} = \frac{\text{Vol. Promedio de agua producido por mes}}{\text{No. de días por mes}}$$

Dotación de consumo *per cápita*: teniendo el valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el periodo de investigación y la población servida, se tiene que:

$$\text{Dot. consumo} = \frac{Q_{\text{Contabilizado}} \times 1000}{\text{Pob. Servida}}$$

Luego;

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{\text{Vol. Promedio de agua contabilizada por mes}}{\text{No. de días por mes}}$$

3.4. Etapa 4

En la cuarta etapa, se plantean los resultados obtenidos. Con la aplicación de técnicas de estadística descriptiva y depuración de la información de campo, se obtuvieron indicadores de los parámetros de diseño y para su ordenamiento, se elaboraron cuadros de consumos diarios y mensuales, calculando los consumos totales, consumo promedio, coeficiente de variación horaria y diaria y volúmenes de regulación.

Luego se obtuvieron los parámetros mencionados anteriormente y se aplicó un modelo de regresión lineal, con el fin de obtener resultados promediales anuales.

Con la finalidad de obtener conclusiones valederas, se utilizó el análisis de probabilidades, dando un adecuado grado de credibilidad de los resultados, pues al obtener parámetros confiables se permite reformular todos los parámetros, que estén plasmados en la Guía existente de diseño para los sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

4. RESULTADOS

4.1. Macromedición

Para poder llegar a los resultados obtenidos respecto a la macromedición, fue necesario realizar un cuadro de consumo total, sumando los datos obtenidos de los aforos realizados a la entrada del tanque de purificación, la cual indica el comportamiento del uso del agua de la comunidad en estudio, durante el periodo de investigación y el promedio de consumo en m^3/h . En el apéndice se muestran las tablas de consumos diarios de macromedición, de la XLI a la XLII.

4.2. Micromedición

Los consumos registrados por cada vivienda, fueron tomados desde sus respectivos contadores o medidores, dando la información necesaria para poder elaborar las curvas de variaciones, horarias y diarias y todos los cálculos correspondientes según la etapa número tres.

Tabulando los datos de las horas y días establecidos como se muestra en la tabla IV. Se determinó y sumó el consumo en m^3 de cada uno de los días del periodo de investigación. Ver apéndice, tabla LIX. Consumo total de micromedición.

Tabla IV. **Consumo de cada uno de los días de la primera semana de febrero**

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

CALCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	10

Semana del: 1 al 7 de febrero de 2013

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,1005	0,1062	0,0776	0,0037	0,0578	0,1242	0,0109
08:00:00	0,0889	0,0990	0,0950	0,0103	0,0094	0,1057	0,0579
10:00:00	0,1106	0,0258	0,1109	0,0243	0,0604	0,1574	0,0984
12:00:00	0,0134	0,0040	0,1039	0,0616	0,1725	0,0665	0,0939
14:00:00	0,0818	0,0320	0,0126	0,0041	0	0,0423	0,0782
16:00:00	0,1127	0,1231	0,0109	0,1628	0,0660	0,0069	0,0189
18:00:00	0,0590	0,0877	0,0101	0,0212	0,0231	0,0180	0,0231
20:00:00	0,1353	0,0125	0,0287	0,0121	0,0147	0,0640	0,0298
Sumatoria	0,7022	0,4903	0,4497	0,3001	0,4039	0,5850	0,4111
Promedio m3/h	0,0502	0,035	0,0321	0,0214	0,0289	0,0418	0,0294

Fuente: elaboración propia.

4.3. Estado actual de las unidades del sistema

El circuito de distribución de agua potable de la comunidad Chuc Muc, se encuentra en muy buenas condiciones. Considerando que dicho proyecto fue inaugurado hace no más de cuatro años y que de las 836 viviendas instaladas, un 40 % se encuentran desocupadas. (335 viviendas). Los medidores instalados actualmente están realizando su función satisfactoriamente, brindando datos del consumo de cada vivienda, sin embargo, no se utilizan para llevar un control de dicho consumo, ni para efectuar ningún tipo de cobro por el servicio.

Hasta ahora, todas las unidades del sistema tales como: línea de conducción, línea y red de distribución, equipo de bombeo, filtros de potabilización y tanques de almacenamiento, no han mostrado mal funcionamiento, sin embargo, no se puede descartar ciertos inconvenientes menores que han surgido dentro del mismo, por riesgos externos al sistema. Estos pueden ser causados por vandalismo y/o por eventos naturales tales como sismos y otros. Por ejemplo, la avería de una tubería o la rotura de una caja de registros.

Esto último no significa que los parámetros utilizados en el diseño, sean en su totalidad culpables, tampoco se puede afirmar que fueron erróneamente elegidos. Las siguientes figuras muestran un panorama del estado actual de las unidades del sistema de agua potable de la comunidad Chuc Muc, la cual es beneficiada por este servicio.

Figura 6. **Tanque de almacenamiento**



Fuente: vista lateral del tanque N° 1.

Figura 7. **Filtro lento para potabilización**



Fuente: proceso de purificación a la entrada del filtro.

Figura 8. **Caseta de cloración**



Fuente: caseta ubicada a un costado de los tanques de almacenamiento.

Figura 9. **Línea de distribución, tubería de 4" de diámetro**



Fuente: paso protegido con obra estructural para evitar daños a la tubería.

Figura 10. **Micromedidor (contador)**



Fuente: lectura de 317 metros cúbicos consumidos de agua potable.

Figura 11. **Caseta control de mando de bombeo**



Fuente: caseta ubicada a orillas del lago de Atitlán.

5. ANÁLISIS Y CÁLCULOS

Análisis de los datos de consumo de la aldea Chuc Muc sector II del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá.

- Cálculo del consumo promedio mensual

Se calcula el consumo total durante el periodo de investigación (3meses). Ver Apéndice, tabla LIX. Consumo total de micromedición.

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{\sum \text{consumo total en el periodo de investigación}}{\text{No. total de días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{3189,5933 \text{ m}^3}{90 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = 35,4399 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Coeficiente de variación diaria K_1

Se calcula para cada día del periodo de investigación con la siguiente fórmula:

$$K_1 = \frac{\text{Consumo total del día}}{\text{Consumo promedio mensual}}$$

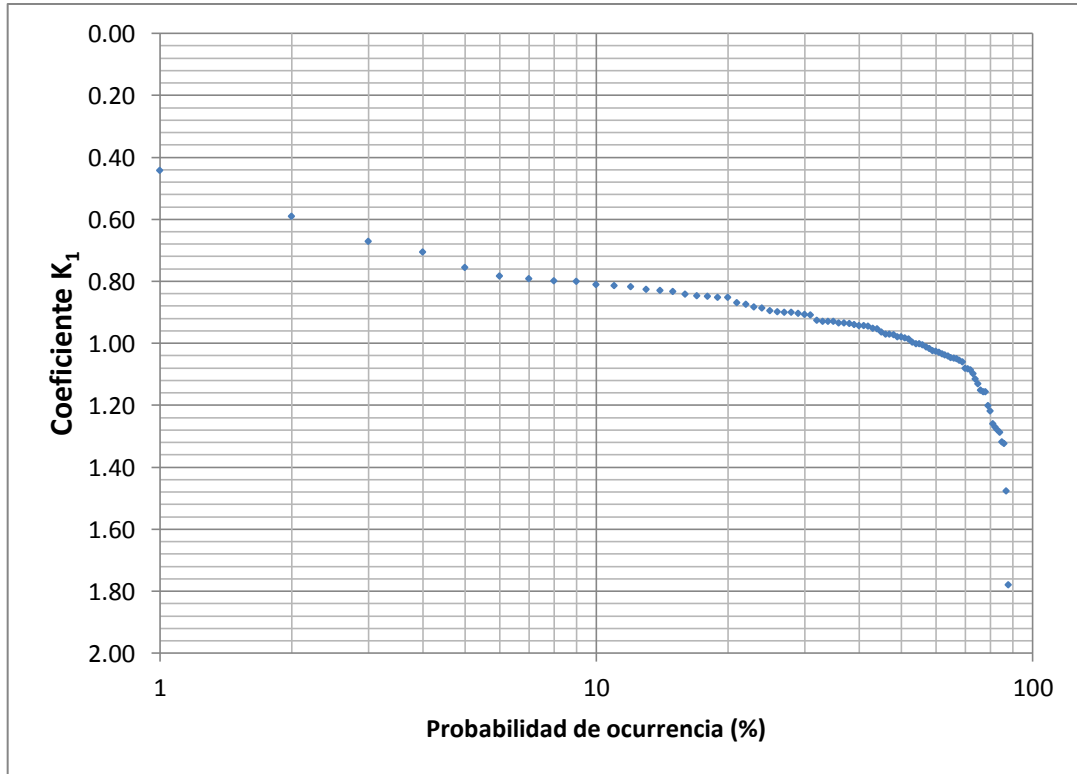
La siguiente tabla muestra el coeficiente de variación diaria (K_1) de cada día del periodo de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

Tabla V. **Coeficiente de variación diaria (K_1) para cada día**

K_1									
0,4420	0,5894	0,6710	0,7046	0,7556	0,7824	0,7908	0,7981	0,7998	0,8102
0,8132	0,8164	0,8250	0,8296	0,8322	0,8415	0,8469	0,8475	0,8508	0,8508
0,8688	0,8746	0,8825	0,8854	0,8952	0,8975	0,8994	0,9004	0,9028	0,9074
0,9079	0,9252	0,9284	0,9288	0,9289	0,9336	0,9345	0,9360	0,9399	0,9429
0,9430	0,9451	0,9520	0,9530	0,9633	0,9706	0,9710	0,9719	0,9785	0,9794
0,9821	0,9857	0,9961	1,0015	1,0019	1,0043	1,0110	1,0161	1,0245	1,0254
1,0290	1,0345	1,0366	1,0410	1,0468	1,0480	1,0501	1,0554	1,0591	1,0798
1,0813	1,0851	1,0976	1,1154	1,1307	1,1514	1,1569	1,1569	1,2009	1,2177
1,2592	1,2692	1,2778	1,2876	1,3181	1,3237	1,4768	1,7796		

Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos en campo.

Figura 12. **Coefficiente de variación diaria Vs. probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

La figura 12 representa la distribución normal de los coeficientes de variación diaria K_1 de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,18.

$$\bar{K}_1 = 0,98$$

$\sigma = 0,18$ Calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla V.

Para un 95 % de confiabilidad, el valor de Z es de 1,65

$$Z = \frac{K_1 - \bar{K}_1}{\sigma}$$

$$1,65 = \frac{K_1 - 0,98}{0,18}$$

$$K_1 = 1,65(0,18) + 0,98$$

$$K_1 = 1,28 \cong 1,3$$

- Coeficiente de variación horaria K_2

Se calcula para cada día del periodo de investigación con la siguiente fórmula:

$$K_2 = \frac{\text{Consumo en la hora de máximo consumo del día}}{\text{Consumo promedio del día}}$$

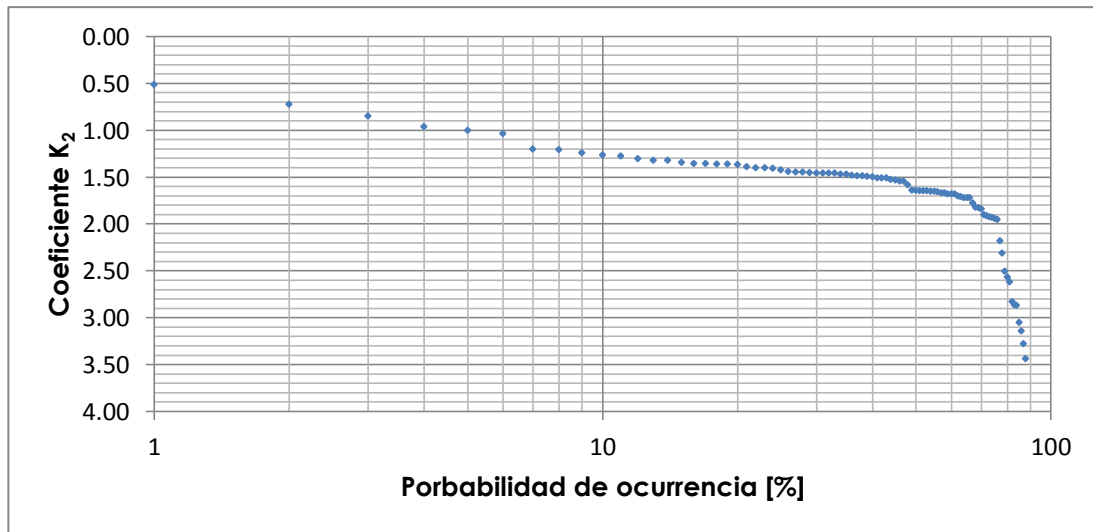
La siguiente tabla muestra el coeficiente de variación horaria (K_2) de cada día del periodo de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

Tabla VI. **Coefficiente de variación horaria K_2 para cada día**

K_2									
0,5133	0,7204	0,8504	0,9636	1,0018	1,0329	1,1983	1,2082	1,2427	1,2626
0,5133	1,3009	1,3217	1,3227	1,3407	1,3552	1,3562	1,3576	1,3591	1,3665
0,5133	1,4004	1,4011	1,4040	1,4204	1,4422	1,4427	1,4430	1,4511	1,4550
0,5133	1,4591	1,4592	1,4665	1,4696	1,4794	1,4827	1,4871	1,4928	1,4966
0,5133	1,5067	1,5105	1,5228	1,5320	1,5397	1,5404	1,5794	1,6389	1,6404
0,5133	1,6453	1,6468	1,6482	1,6491	1,6542	1,6646	1,6675	1,6770	1,6785
0,5133	1,7010	1,7055	1,7183	1,7187	1,7207	1,7748	1,8216	1,8263	1,8369
0,5133	1,9100	1,9256	1,9282	1,9376	1,9506	2,1786	2,3084	2,5013	2,5676
0,5133	2,8252	2,8613	2,8695	3,0526	3,1401	3,2749	3,4371		

Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos en campo.

Figura 13. **Coefficiente de variación horaria Vs. probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

La figura 9 representa la distribución normal de los coeficientes de variación horaria K_1 de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,11.

$$\bar{K}_2 = 1,67$$

$\sigma = 0,11$ Calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VI.

Para un 95 % de confiabilidad, el valor de Z es de 1,65

$$Z = \frac{K_2 - \bar{K}_2}{\sigma}$$

$$1,65 = \frac{K_2 - 1,67}{0,11}$$

$$K_2 = 1,65 (0,11) + 1,67$$

$$K_2 = 1,85$$

- Porcentaje de volumen de regulación: de los cuadros diarios de macromedición se tomaron los porcentajes de volúmenes de regulación (% Vr) de los días típicos de los meses en estudio.

Los valores obtenidos se ordenaron en forma creciente sin importar la fecha de los días (ver tabla VII) y se determinaron sus frecuencias, reajustando estos valores a una distribución normal y considerando una probabilidad de un 95 % de confiabilidad, se obtuvieron los siguientes valores:

$$Z = 1,65$$

$\sigma = 0,18$ Calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VII.

$$\overline{\%V_r} = 1,09$$

Tabla VII. **Porcentajes de volumen de regulación para cada día de investigación**

% Vr										
0,41	0,69	0,73	0,73	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	
0,78	0,78	0,78	0,78	0,80	0,83	0,92	1,02	1,04	1,04	
1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,06	1,07	
1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	
1,12	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	
1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	
1,15	1,15	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,19	1,20	1,20	
1,20	1,21	1,21	1,23	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,26	
1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,28	1,33	1,34	1,34	
1,36	1,47		Promedio = 1,09				$\sigma = 0,18$			

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

Entonces:

$$1,65 = \frac{\%V_r - \overline{\%V_r}}{\sigma}$$

$$1,65 = \frac{\%V_r - 1,09}{0,18}$$

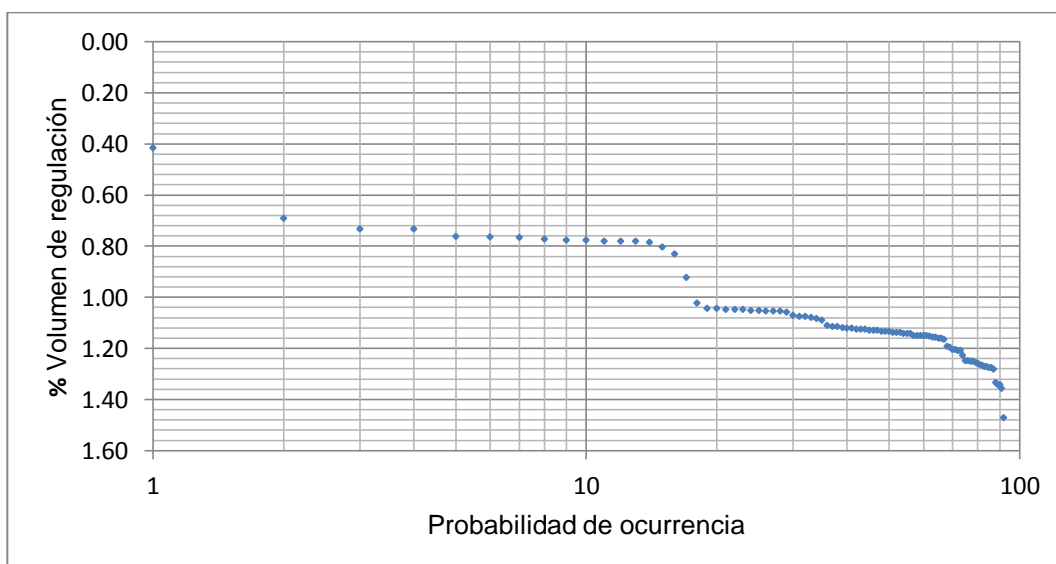
Despejando $\%V_r$ se tiene que:

$$\%V_r = 1,8(1,65) + 1,09$$

$$\%V_r = 4,06 \%$$

La siguiente figura representa la distribución normal de los porcentajes de volumen de regulación ($\%V_r$) de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,18.

Figura 14. **Porcentaje de volumen de regulación Vs. probabilidad de ocurrencia**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

- Porcentaje de pérdidas

Se procedió en primer lugar, a calcular los volúmenes totales de cada mes de investigación. En el apéndice se muestran las tablas de consumos diarios de macromedición, de la XLI a la XLII. Luego se calculó el volumen de agua no contabilizada de la siguiente forma:

$$\text{Vol. Agua no contabilizada} = \text{Vol. Producido} - \text{Vol. Contabilizado}$$

En la tabla VIII se especifica el volumen de agua producida, volumen de agua contabilizada en los tres meses de investigación y el volumen de agua no contabilizada. Donde el porcentaje de pérdida es:

$$\% \text{ Pérdidas} = \frac{\text{Vol. de agua no contabilizada}}{\text{Vol. de agua producida}} \times 100$$

Tabla VIII. **Resumen anual del porcentaje de pérdidas**

MESES (2012-2013)	VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDA (m ³)	VOLUMEN DE AGUA CONTABILIZADO (m ³)	VOLUMEN DE AGUA NO CONTABILIZADO (m ³)	PORCENTAJE DE PERDIDAS
DICIEMBRE	8 983,80	5 656,03	3 327,77	37,04
ENERO	8 114,40	5 583,24	2 531,16	31,19
FEBRERO	8 404,20	5 878,21	2 525,99	30,06
SUMA	25 502,4	17 117,48		
PROMEDIO MENSUAL	8500,80	5 705,83		32,76 %

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede decir que el porcentaje de pérdidas promedio es de 32,76 %.

- Dotaciones

Dotación de producción *per cápita*

El valor del consumo promedio de agua producida en el sector II de Chuq Muc en los meses de recolección de datos, fue de 8 500,80 m³ y la población servida fue de 1 932 habitantes, por lo tanto se tiene que:

$$Q_{\text{producido}} = \frac{\text{Vol. Promedio de agua producido por mes}}{\text{No. de días por mes}}$$

$$Q_{\text{producido}} = \frac{8\,500,80 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{producido}} = 283,36 \text{ m}^3/\text{día}$$

Sabiendo que la población servida fue de 1 932 habitantes, se tiene que:

$$\text{Dot. Producción} = \frac{Q_{\text{producido}} \times 1\,000}{\text{Pob. Servida}}$$

$$\text{Dot. Producción} = \frac{283,36 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 1\,000}{1\,932 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. Producción} = 146,7 \text{ lt/hab/día}$$

Dotación de consumo *per cápita*

El valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el periodo de investigación fue de 1 063,20 m³ y la población servida de las 60 viviendas, fue de 360 habitantes, por lo tanto se tiene que:

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{\text{Vol. Promedio de agua contabilizada por mes}}{\text{No. de días por mes}}$$

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{1\,063,20 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{contabilizado}} = 35,44 \text{ m}^3/\text{día}$$

Luego;

$$\text{Dot. Consumo} = \frac{Q_{\text{contabilizado}} \times 1\,000}{\text{Pob. Servida}}$$

$$\text{Dot. Consumo} = \frac{35,44 \text{ m}^3/\text{día} \times 1\,000}{360 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. Consumo} = 98,44 \text{ lt/hab/día}$$

5.1. Cuadros analíticos

En el apéndice, de la tabla I a la tabla XX, se muestran las anotaciones de las lecturas de los contadores en febrero de 2013, de la casa 10 a la casa 14 del sector II de la aldea Chuq Muc. Solamente se presentan los cuadros de febrero para ejemplificar lo que se realizó en todo el periodo de estudio para sesenta casas.

5.2. Cuadros de consumo

En el apéndice, de la tabla XXI a la tabla XL, se presentan los cálculos de consumo de agua potable en m³ de febrero de 2013, de la casa 10 a la casa 14 del sector II de la aldea Chuq Muc. Esto se realizó con base en los cuadros analíticos de las anotaciones de lectura de los contadores del capítulo 5.1, Solamente se presentan los cuadros de febrero, para ejemplificar lo que se realizó en todo el periodo de estudio para sesenta casas.

A continuación se presentan los cuadros de los cálculos de consumos horarios y por cientos de las demandas en cada uno de los días, semanas y meses del periodo investigado.

Tabla IX. **Consumos horarios y porcentos en el día de máximo consumo**

Viernes 22 de febrero de 2013		(día de máximo consumo)	
HORA	Consumo en m3	consumo m3/h	% de la demanda media
06:00	11,40	5,70	166,30
08:00	4,59	2,29	66,90
10:00	9,19	4,59	134,00
12:00	5,40	2,70	78,80
14:00	5,30	2,65	77,30
16:00	4,80	2,40	70,00
18:00	4,59	2,29	66,90
20:00	2,72	1,36	39,80
Demanda	47,98		
Demanda Prom m3/h	3,43		

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Consumos horarios y porcentos en el día de mínimo consumo**

Viernes 25 de enero de 2013 (día de mínimo consumo)			
HORA	Consumo en m3	consumo m3/h	% de la demanda
06:00	2,133	1,067	61,4
08:00	3,813	1,906	109,7
10:00	4,995	2,498	143,8
12:00	2,511	1,255	72,3
14:00	3,536	1,768	101,8
16:00	3,041	1,52	87,5
18:00	2,901	1,45	83,5
20:00	1,392	0,696	40,1
Demanda	24,322		
Demanda Prom m3/h	1,737		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Consumos horarios y porcentos en el día promedio**

Día promedio del periodo de investigación			
HORA	Consumo en m3	consumo m3/h	% de la demanda
06:00	4,764	2,382	96,3
08:00	4,097	2,048	82,8
10:00	4,999	2,499	101
12:00	5,21	2,605	105,3
14:00	4,815	2,407	97,3
16:00	4,225	2,112	85,4
18:00	3,674	1,837	74,3
20:00	2,852	1,426	57,6
Demanda	34,636		
Demanda Prom m3/h	2,474		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Consumos promedios diarios en m³ de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	2,2866	3,4401	3,7509	31,4923	4,1428	3,5799	3,4238
08:00	3,7655	4,0726	4,2662	28,68	3,5399	3,1287	4,0217
10:00	4,4154	4,9033	5,9973	26,1329	5,166	4,0504	5,1041
12:00	4,9123	5,5927	4,6642	24,4574	4,9724	5,9709	5,036
14:00	4,7508	5,363	2,5113	21,9091	5,6936	5,6195	5,1705
16:00	4,6908	5,0591	2,8069	20,3314	4,053	5,2735	4,3741
18:00	3,3638	3,9133	2,3561	18,9813	5,6928	4,1625	3,5094
20:00	1,9656	2,2482	1,622	16,6879	2,4216	2,951	2,7042
Suma	30,1508	34,5924	27,9748	188,6724	35,682	34,7363	33,3437
Prom m3/h	2,1536	2,4709	1,9982	13,4766	2,5487	2,4812	2,3817

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Porcientos de la demanda media diaria en los días de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	106,1751	139,2265	187,7117	233,6813	162,5436	144,2844	143,753
08:00	174,843	164,8254	213,5001	212,8134	138,8879	126,0965	168,8572
10:00	205,0236	198,4424	300,1371	193,9133	202,6894	163,245	214,3053
12:00	228,0928	226,3447	233,4195	181,4808	195,0937	240,6476	211,4464
14:00	220,5955	217,0464	125,678	162,5717	223,3926	226,4873	217,0946
16:00	217,8117	204,7494	140,4695	150,8641	159,0203	212,5419	183,6564
18:00	156,1902	158,3771	117,9105	140,8467	223,3601	167,7633	147,3481
20:00	91,2682	90,9881	81,1736	123,8286	95,0125	118,9341	113,5392

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Consumos promedios diarios en m³ de enero de 2013**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	3,6694	6,1813	17,7155	3,8812	3,3205	3,3112	2,6457
08:00	4,8925	3,8910	4,0992	3,9007	3,5764	4,0663	4,4427
10:00	4,0807	5,8980	4,2489	3,9981	4,7643	5,4150	5,6864
12:00	4,7247	4,9694	5,9281	4,9070	4,0448	5,2942	5,4587
14:00	3,7971	3,9710	4,5672	4,7226	4,9044	6,4789	3,9031
16:00	3,7467	4,2545	4,2960	4,0664	4,5280	4,7608	4,0018
18:00	3,6671	3,6419	3,3255	4,2614	3,5855	3,0261	3,3859
20:00	2,5455	2,1948	3,0610	2,5099	2,4725	2,5041	2,3837
Suma	31,1237	35,0021	47,2415	32,2472	31,1963	34,8567	31,9078
Prom m3/h	2,2231	2,5001	3,3744	2,3034	2,2283	2,4898	2,2791

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Porcientos de la demanda media diaria en los días de enero de 2013**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	165,0543	247,2390	524,9993	168,5011	149,0134	132,9937	116,0827
08:00	220,0724	155,6291	121,4803	169,3474	160,4989	163,3216	194,9276
10:00	183,5591	235,9078	125,9165	173,5749	213,8093	217,4894	249,4973
12:00	212,5240	198,7658	175,6792	213,0355	181,5174	212,6381	239,5080
14:00	170,7993	158,8325	135,3502	205,0276	220,0947	260,2232	171,2535
16:00	168,5327	170,1711	127,3116	176,5409	203,2027	191,2150	175,5825
18:00	164,9550	145,6660	98,5499	185,0079	160,9063	121,5421	148,5599
20:00	114,5032	87,7887	90,7130	108,9648	110,9572	100,5770	104,5886

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Consumos promedios diarios en m³ de febrero de 2013**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	14,1283	3,6128	3,3707	3,5774	3,6306	3,5542	7,5625
08:00	3,7742	4,7953	4,0784	6,0064	4,2089	4,2744	5,0498
10:00	4,8121	5,0340	4,7575	5,6542	5,9073	4,7808	6,0673
12:00	6,1397	6,1216	4,7066	5,8534	5,1694	6,2551	5,9488
14:00	5,8453	4,3016	5,7383	5,0067	5,7862	5,2955	5,2811
16:00	4,3124	3,2674	4,4382	4,6309	4,9199	3,9388	4,9697
18:00	4,1343	3,3686	4,0293	4,1054	3,7153	4,7292	4,0665
20:00	3,0108	3,2174	3,0029	8,4367	3,6681	4,0177	3,7640
Suma	46,1571	33,7187	34,1219	43,2710	37,0058	36,8456	42,7098
Prom m3/h	3,2969	2,4085	2,4373	3,0908	2,6433	2,6318	3,0507

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Porcientos de la demanda media diaria en los días de febrero de 2013**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER
06:00	428,5300	150,0037	138,2978	115,7442	137,3541	135,0483	247,8948
08:00	114,4769	199,1001	167,3321	194,3340	159,2313	162,4115	165,5294
10:00	145,9572	209,0110	195,1969	182,9368	223,4853	181,6517	198,8831
12:00	186,2242	254,1675	193,1068	189,3806	195,5692	237,6709	194,9979
14:00	177,2939	178,6025	235,4397	161,9871	218,9039	201,2098	173,1128
16:00	130,7992	135,6642	182,0982	149,8284	186,1282	149,6592	162,9042
18:00	125,3970	139,8637	165,3213	132,8265	140,5580	179,6917	133,2970
20:00	91,3216	133,5873	123,2072	272,9624	138,7700	152,6569	123,3807

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Consumos promedios semanal en m³ de diciembre de 2012**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	19,9284	28,2666	23,3829	25,0976	7,6517
08:00	23,8383	29,6379	23,9416	24,1563	11,7898
10:00	34,2729	33,5898	33,7924	29,5535	17,5176
12:00	40,305	38,8676	42,1925	24,8842	11,614
14:00	36,8484	36,1318	35,5876	25,8514	9,8975
16:00	34,0975	39,3698	31,6205	19,8665	6,9569
18:00	30,2944	27,1136	32,4569	19,3341	6,9382
20:00	18,4405	16,9078	15,9640	13,219	4,0142
sumatoria	238,0254	249,8848	238,9383	181,9626	76,3799
promedio m3/h	17,0018	17,8489	17,067	12,9973	5,4557

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Porcientos de la demanda media semanal de diciembre de 2012**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	117,2135	158,3660	137,0062	193,0984	140,2515
08:00	140,2105	166,0486	140,2797	185,8555	216,1008
10:00	201,5835	188,1897	197,9980	227,3810	321,0871
12:00	237,0631	217,7591	247,2168	191,4566	212,8783
14:00	216,7325	202,4311	208,5167	198,8976	181,4154
16:00	200,5518	220,5725	185,2725	152,8509	127,5166
18:00	178,1833	151,9059	190,1730	148,7547	127,1728
20:00	108,4617	94,7271	93,5371	101,7054	73,5774

Fuente: elaboración propia

Tabla XX. **Consumos promedios semanal en m³ de enero de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 5	SEMANA DEL 6 AL 12	SEMANA DEL 13 AL 19	SEMANA DEL 20 AL 26	SEMANA DEL 27 AL 31
06:00	16,2342	37,1713	38,0739	45,8488	32,2027
08:00	15,2137	26,9903	30,1305	28,0492	22,7341
10:00	15,946	32,8269	34,4529	35,1525	28,1669
12:00	20,9661	33,7916	35,0539	35,5949	25,2399
14:00	19,4037	26,5975	29,7951	39,9982	24,9663
16:00	20,6531	31,1733	28,9547	28,2136	18,9108
18:00	12,608	22,7749	27,0539	27,5725	16,1758
20:00	10,7374	16,7761	20,2809	14,3541	13,5144
sumatoria	131,7621	228,1018	243,7959	254,7839	181,9109
promedio m3/h	9,4116	16,293	17,414	18,1988	12,9936

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Porcientos de la demanda media semanal de enero de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
06:00	172,4922	228,1432	218,6398	251,9327	247,8346
08:00	161,6486	165,6557	173,0249	154,126	174,9632
10:00	169,4293	201,4786	197,8463	193,1577	216,7742
12:00	222,769	207,3998	201,2974	195,589	194,2482
14:00	206,168	163,2448	171,0987	219,7845	192,1422
16:00	219,4433	191,3293	166,2726	155,0294	145,5389
18:00	133,9623	139,7835	155,3573	151,5068	124,4905
20:00	114,0872	102,9651	116,463	78,8738	104,0082

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Consumos promedios semanal en m³ de febrero de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00	31,7463	42,1317	37,1114	46,7573
08:00	31,7525	32,4563	34,5589	29,982
10:00	36,7167	30,548	33,2922	47,4959
12:00	38,6539	31,4697	47,6349	43,0194
14:00	37,7069	35,9098	39,8338	35,5685
16:00	29,9124	29,918	30,1769	31,9019
18:00	24,6441	30,367	25,8402	31,743
20:00	36,3552	19,3915	21,0135	39,7099
sumatoria	267,4881	252,192	269,4617	306,1777
promedio m3/h	19,1063	18,0137	19,2473	21,8698

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Porcientos de la demanda media semanal de febrero de 2013**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
06:00	166,1562	233,8867	192,8138	213,7982
08:00	166,1889	180,1757	179,5521	137,0927
10:00	192,1709	169,5819	172,9708	217,1752
12:00	202,31	174,6986	247,4891	196,7064
14:00	197,3531	199,3469	206,9585	162,6371
16:00	156,5581	166,0843	156,7853	145,8716
18:00	128,9841	168,5773	134,2537	145,145
20:00	190,2786	107,6486	109,1767	181,5738

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Consumo promedio durante diciembre de 2012**

HORA	Consumo m ³	% Demanda Media
06:00	48,3567	193,91223
08:00	46,9785	188,38532
10:00	49,4018	198,10314
12:00	50,0872	200,85156
14:00	45,7417	183,42573
16:00	42,4573	170,25531
18:00	37,9186	152,05498
20:00	28,1822	113,01172
Suma	349,1241	
Prom m3/h	24,9374	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Consumo promedio durante enero de 2013**

HORA	Consumo m ³	% Demanda Media
06:00	33,9062	228,137116
08:00	24,6235	165,678933
10:00	29,3090	197,205054
12:00	30,1293	202,724204
14:00	28,1521	189,421028
16:00	25,5811	172,121653
18:00	21,2370	142,892777
20:00	15,1326	101,819235
Suma	208,0709	
Prom m3/h	14,8622	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Consumo promedio durante febrero de 2013**

HORA	Consumo m ³	% Demanda Media
06:00	39,4367	201,6264
08:00	32,1874	164,5634
10:00	37,0132	189,2359
12:00	40,1945	205,5008
14:00	37,2547	190,4709
16:00	30,4773	155,8201
18:00	28,1486	143,9141
20:00	29,1175	148,8681
Suma	273,8299	
Prom m3/h	19,5593	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2012**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SÁBADO	25,5393	33,3087	28,9889	34,2553	28,6616
DOMINGO	34,5405	34,4110	35,1801	37,1321	31,6985
LUNES	35,4672	34,9318	32,0917	21,3637	16,0199
MARTES	37,1670	33,0862	36,2997	0,0000	-----
MIÉRCOLES	36,1044	39,5286	36,4001	30,6950	-----
JUEVES	39,1383	37,2151	33,6647	28,9271	-----
VIERNES	30,0688	37,4034	36,3133	29,5895	
sumatoria	238,0254	249,8848	238,9383	181,9626	76,3799
promedio m3/día	34,0036	35,6978	34,1340	25,9947	10,9114

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Porcientos de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2012**

HORA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SÁBADO	75,1076	93,3074	84,9266	131,7782	262,6749
DOMINGO	101,5788	96,3952	103,0645	142,8451	290,5074
LUNES	104,3040	97,8541	94,0166	82,1848	146,8177
MARTES	109,3032	92,6840	106,3444	0,0000	-----
MIÉRCOLES	106,1779	110,7310	106,6386	118,0818	-----
JUEVES	115,1005	104,2503	98,6251	111,2809	-----
VIERNES	88,4281	104,7779	106,3843	113,8292	-----

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Demanda diaria durante las semanas de enero de 2013**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 5	SEMANA DEL 6 AL 12	SEMANA DEL 13 AL 19	SEMANA DEL 20 AL 26	SEMANA DEL 27 AL 31
DOMINGO	-----	35,2275	36,6450	37,2968	30,8389
LUNES	-----	43,5273	44,1371	53,5274	47,7743
MARTES (1)	-----	30,8382	29,3644	34,9153	33,8711
MIÉRCOLES (2)	31,4902	30,1644	30,4994	29,9010	33,9266
JUEVES (3)	36,8300	27,3879	32,6338	41,9318	35,5001
VIERNES (4)	32,7239	32,5988	37,9864	24,3222	-----
SÁBADO (5)	30,7179	28,3577	32,5297	32,8894	-----
sumatoria	131,7621	228,1018	243,7959	254,7839	181,9109
Promedio m3/día	18,8232	32,5860	34,8280	36,3977	25,9873

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Porcientos de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2013**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
DOMINGO	-----	108,1064	105,2172	102,4701	118,6693
LUNES	-----	133,5768	126,7289	147,0626	183,8372
MARTES (1)	----	94,6364	84,3127	95,9271	130,3371
MIÉRCOLES (2)	167,2951	92,5686	87,5717	82,1509	130,5508
JUEVES (3)	195,6634	84,0480	93,6999	115,2045	136,6055
VIERNES (4)	173,8492	100,0395	109,0686	66,8236	-----
SÁBADO (5)	163,1922	87,0244	93,4011	90,3612	-----

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2013**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
VIERNES	39,1939	41,7346	41,9318	47,9788
SÁBADO	46,0018	46,3152	46,6694	45,6418
DOMINGO	37,5719	29,4751	33,6493	34,1786
LUNES	33,6695	31,9861	32,4455	38,3866
MARTES	37,7330	32,9082	37,9419	64,5011
MIÉRCOLES	33,5342	34,1752	39,3296	40,9843
JUEVES	39,7838	35,5975	37,4943	34,5066
sumatoria	267,4881	252,1920	269,4617	306,1777
promedio m3/día	38,2126	36,0274	38,4945	43,7397

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Porcientos de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2013**

DÍA	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
VIERNES	102,568	115,841	108,929	109,692
SÁBADO	120,384	128,555	121,237	104,349
DOMINGO	98,323	81,813	87,413	78,141
LUNES	88,111	88,783	84,286	87,761
MARTES	98,745	91,342	98,564	147,466
MIÉRCOLES	87,757	94,859	102,169	93,701
JUEVES	104,112	98,807	97,402	78,891

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Consumos promedios diarios en m³ durante el periodo de investigación**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00	7,9307	3,8353	3,6689	3,4687	4,5440	6,3557	4,3367
08:00	4,1570	4,5191	3,7598	3,8418	4,5047	4,1149	4,2390
10:00	5,0779	4,8612	5,2396	4,8000	5,6193	4,4345	5,2495
12:00	5,0661	5,5584	4,6762	5,7981	5,4812	5,2322	5,5636
14:00	4,1368	4,9249	5,4186	5,8504	4,7849	4,7941	4,6081
16:00	3,7670	4,4649	4,5024	4,6656	4,4485	4,2839	4,2602
18:00	3,1692	4,3618	4,2738	3,8998	3,6539	3,6942	3,6621
20:00	2,4897	4,6223	2,8247	3,1073	2,9506	2,4656	2,5300
Suma	35,7945	37,1478	34,3641	35,4316	35,9871	35,3751	34,4496
Prom m ³ /h	2,5567	2,6534	2,4546	2,5308	2,5705	2,5268	2,4607

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Porcientos del promedio diario del periodo de investigación**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00	310,1878	144,5406	149,4729	137,0570	176,7738	251,5314	176,2398
08:00	162,5898	170,3135	153,1743	151,8013	175,2458	162,8518	172,2727
10:00	198,6069	183,2046	213,4627	189,6593	218,6052	175,4993	213,3380
12:00	198,1473	209,4795	190,5110	229,0970	213,2329	207,0690	226,1021
14:00	161,8006	185,6045	220,7538	231,1640	186,1470	189,7306	187,2693
16:00	147,3365	168,2690	183,4292	184,3517	173,0605	169,5380	173,1333
18:00	123,9546	164,3847	174,1175	154,0911	142,1476	146,2003	148,8277
20:00	97,3766	174,2036	115,0786	122,7785	114,7872	97,5796	102,8172

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Consumo promedio y por ciento de la demanda media durante el periodo de investigación**

HORA	Consumo m ³	% Demanda media
06:00	4,8771	192,3
08:00	4,1624	164,1
10:00	5,0403	198,7
12:00	5,3394	210,5
14:00	4,9311	194,4
16:00	4,3418	171,2
18:00	3,8164	150,5
20:00	2,9986	118,2
Total m3	35,5071	
Prom m3/h	2,5362	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Cálculo de la demanda diaria promedio durante el periodo de investigación**

	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SÁB	DOM	DEMANDA PROMEDIO
CONSUMO M3	465,30	408,60	384,50	394,80	431,80	459,90	447,80	427,60
% DE LA DEMANDA MEDIA	108,80	95,60	89,90	92,40	101,00	107,60	104,70	100,00

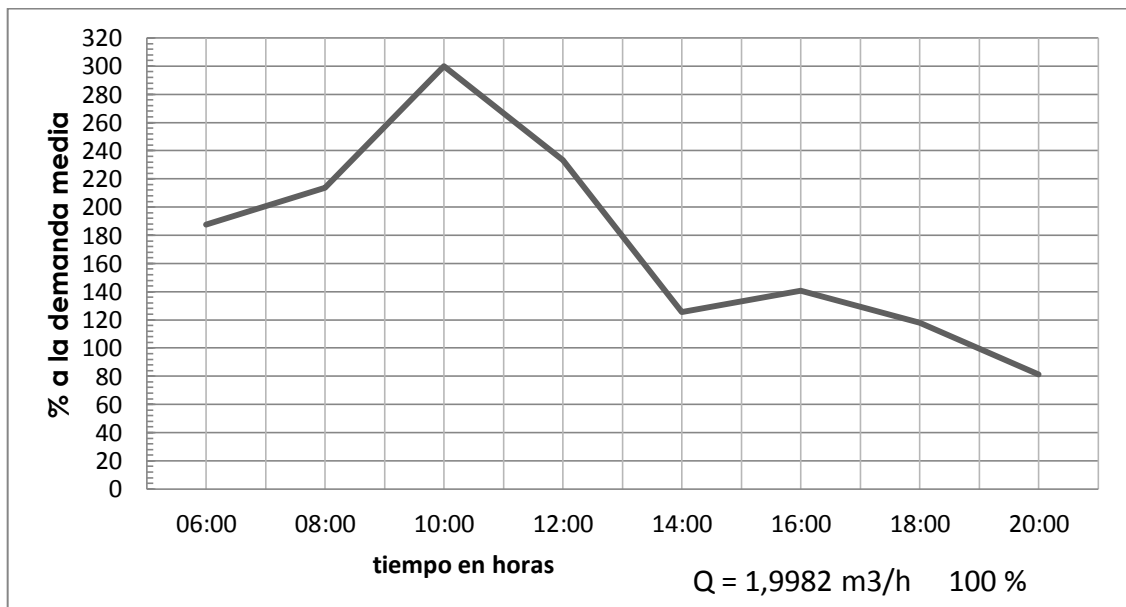
Fuente: elaboración propia.

5.3. Curvas de variación

Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, en los meses de investigación.

A continuación, se presenta solamente la gráfica del promedio de los lunes de diciembre de 2012; las gráficas del resto de los días se presentan en el apéndice, de la figura 1 a la figura 21.

Figura 15. **Demanda promedio de los lunes de diciembre de 2012**

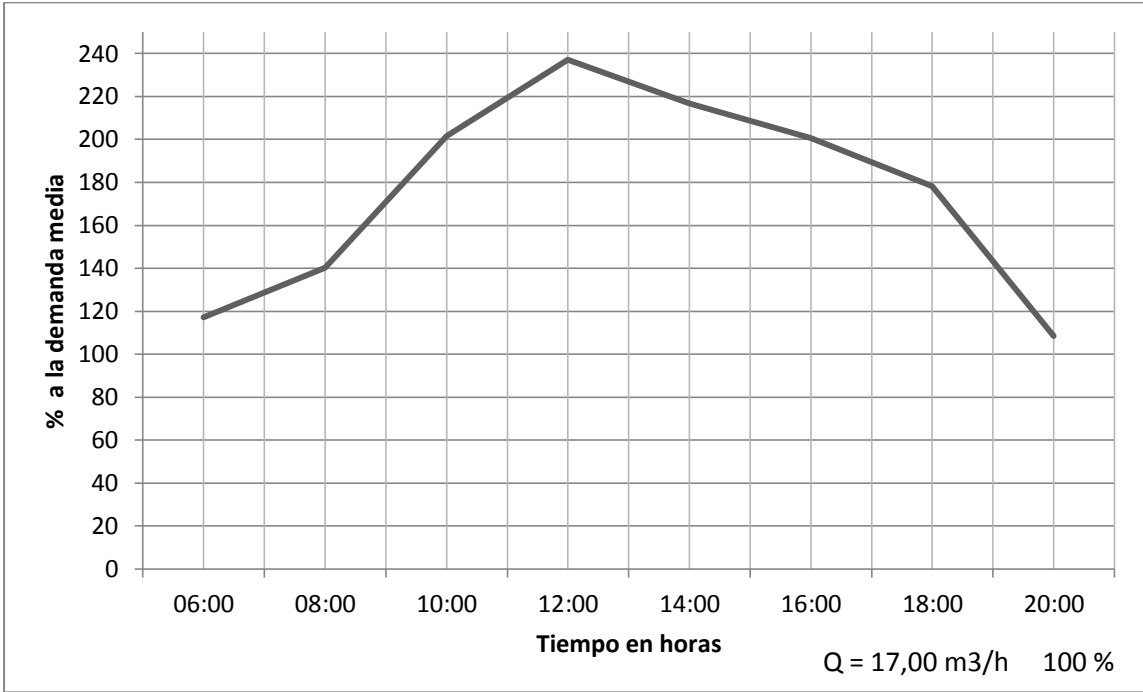


Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

Gráficas de la demanda promedio semanal durante los meses de investigación.

A continuación, se presenta solamente la gráfica del promedio de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2012; las gráficas del resto de las semanas se presentan en el apéndice, de la figura 22 a la figura 35.

Figura 16. **Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2012**

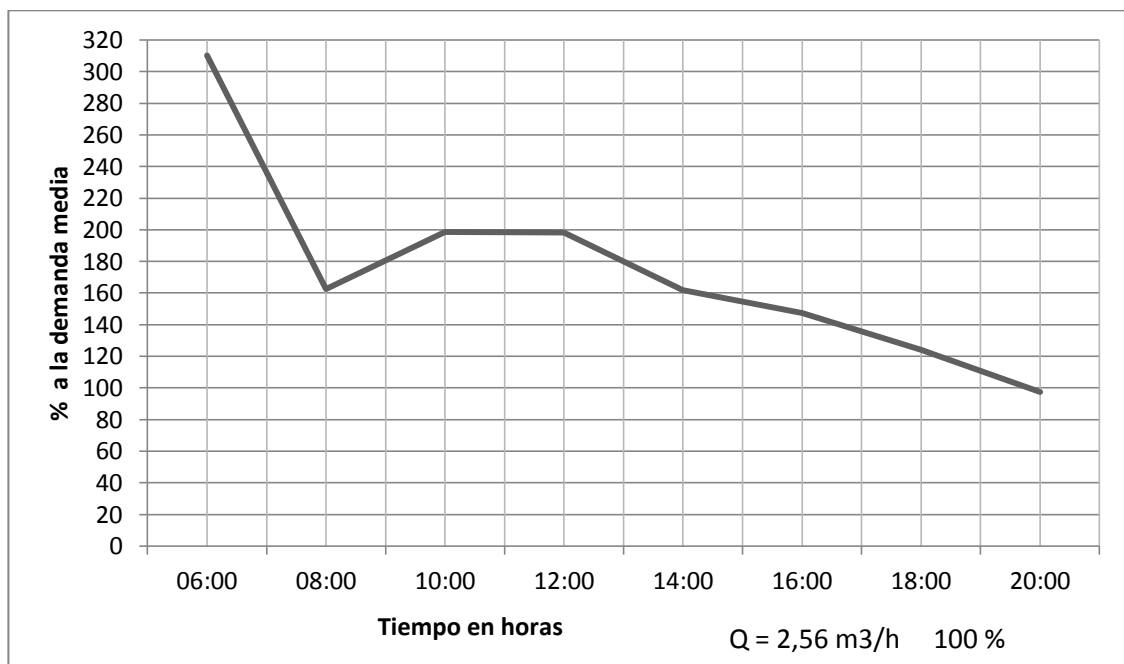


Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, durante el período de investigación.

A continuación, se presenta solamente la gráfica del promedio de los días lunes del periodo de investigación. Las gráficas del resto de los días de la semana se presentan en el apéndice, de la figura 36 a la figura 42.

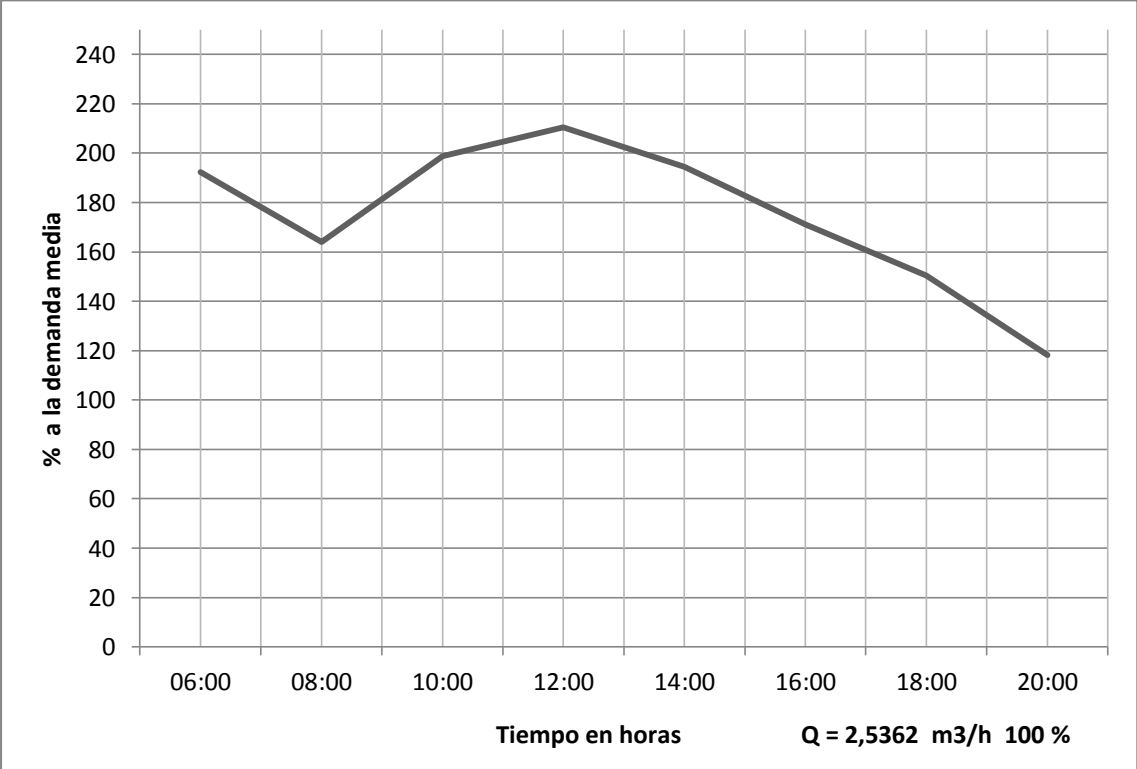
Figura 17. **Demanda promedio de los lunes del periodo de investigación**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

Gráfica de la demanda promedio general durante el periodo de investigación.

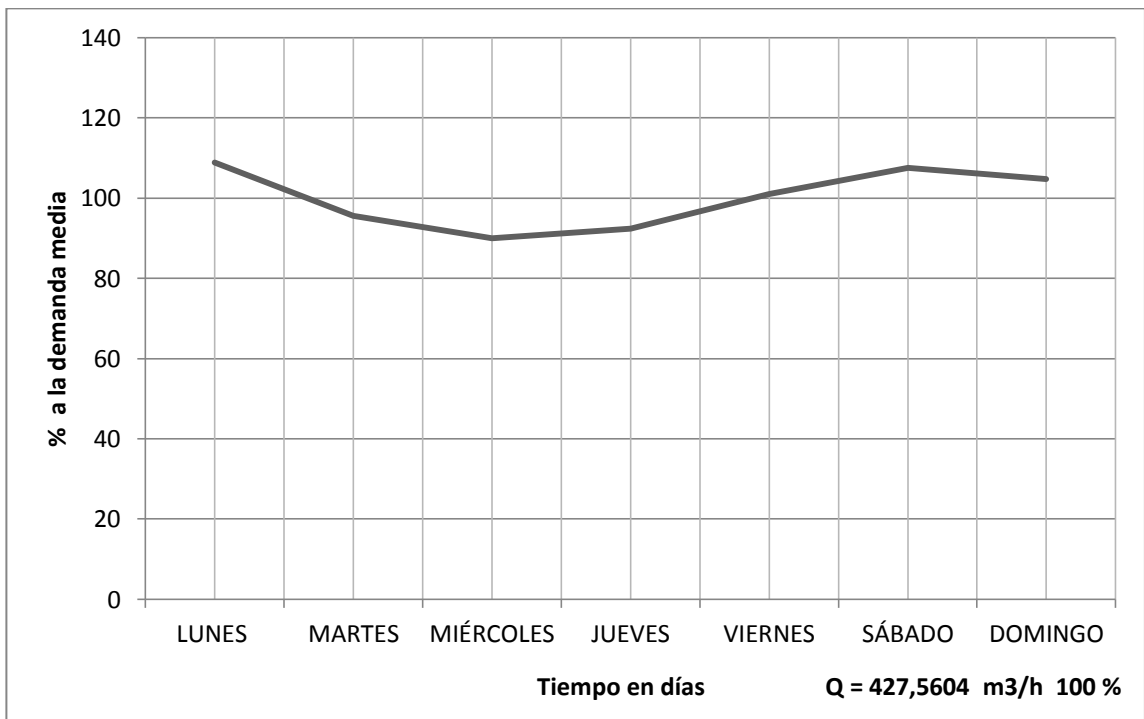
Figura 18. Demanda promedio general del periodo de investigación



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

Gráfica de la demanda diaria promedio durante el periodo de investigación.

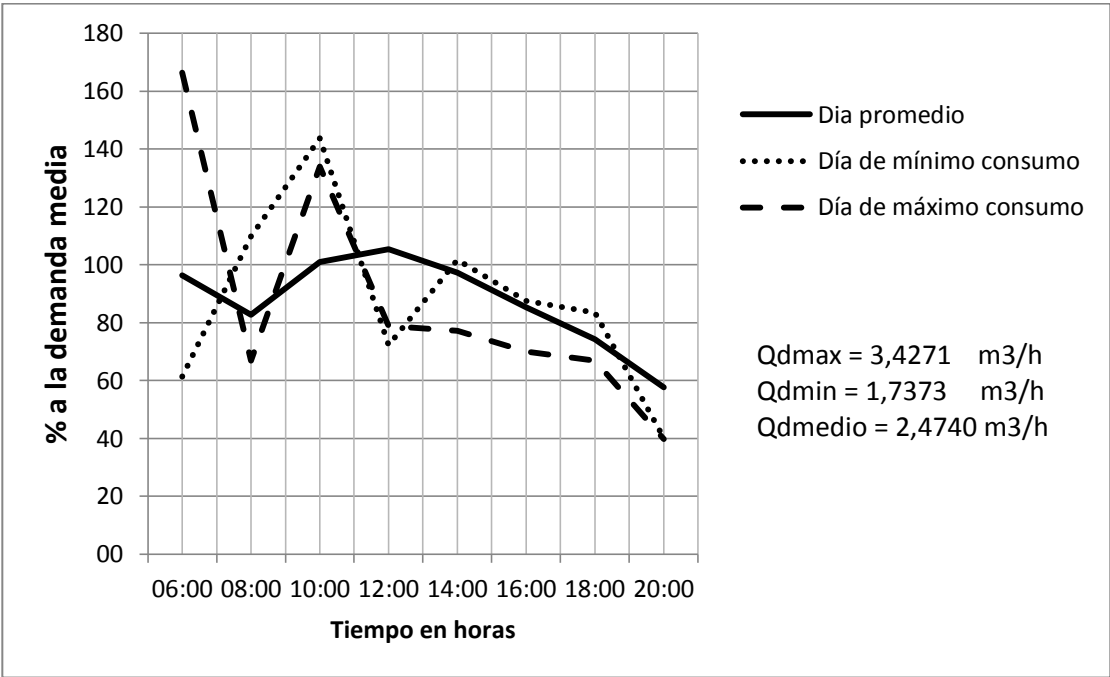
Figura 19. **Demanda diaria promedio en el periodo de investigación**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

Gráfica de la demanda en los días de máximo consumo, mínimo consumo y día promedio.

Figura 20. **Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Excel 2010.

6. DISCUSIONES

1. La cuota *per cápita* real de consumo en la comunidad Chuq Muc Sector II, del proyecto de abastecimiento de agua potable, donde se aplicaron los criterios de diseño de las guías existentes de Guatemala en los estudios preliminares, dio como resultado una dotación de 98,44 lt/hab/día y la dotación de diseño inicial que se utilizó según la Guía de Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en las Zonas Rurales, fue de 150 lt/hab/día.

Por lo anterior, se puede observar que se tiene un sobredimensionamiento respecto a la dotación de consumo que la Guía presenta para las áreas rurales en general, la cual hace evidente que se pudo haber tenido un costo innecesario en la construcción del proyecto de abastecimiento de agua para esta comunidad.

2. Como ya se ha mencionado, todos los componentes del sistema actual de la comunidad Chuc Muc están funcionando adecuadamente, a pesar que los parámetros de diseño fueron elegidos sin una base con estudios preliminares que se acercaran a la realidad. Es por esto que se tiene una diferencia o variación significativa entre los parámetros determinados por medio de la investigación que se realizó en la comunidad, respecto a los parámetros que se utilizaron en el diseño.

La siguiente tabla muestra la diferencia que existe entre los parámetros que fueron utilizados con base en las guías existentes y los parámetros que se determinaron por medio de la investigación realizada en la comunidad ChucMuc.

Tabla XXXVII. Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la investigación

	Parámetros utilizados en el diseño (según Guías de diseño)	Parámetros encontrados en la investigación
Dotación de consumo	150 lt/hab/día	98 lt/hab/día
Coeficiente de Variación Diaria (K_1)	1,5	1,3
Coeficiente de Variación Horaria (K_2)	2	1,85

Fuente: elaboración propia.

Generalmente, al diseñar un proyecto de abastecimiento de agua potable, se toman a criterio los parámetros generales que se encuentran plasmados en las guías y normas actuales. La tabla anterior brinda los parámetros esenciales para el diseños de proyectos de abastecimiento de agua específicamente para la Región VI de Guatemala, que ayudarán a optimizar los recursos al momento de la ejecución y al mismo tiempo brindarán la seguridad del buen funcionamiento de todos los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la micromedición en el consumo de agua potable, permitió determinar la cuota *per cápita* real de consumo en la comunidad Chuq Muc, en el sector II, el cual fue de 98,44 lt/hab/día. Este valor, que está por debajo del valor por el cual fue diseñado el sistema de abastecimiento de agua que fue de 150 lt/hab/día, demuestra que se puede utilizar en las comunidades rurales de la Región VI de Guatemala en la ejecución de proyectos rurales de abastecimiento de agua potable a construirse a futuro.
2. Los parámetros encontrados tales como: coeficiente de variación diaria (K_1), coeficiente de variación horaria (K_2) y la dotación de consumo *per cápita*, serán efectivos para la optimización de los recursos necesarios, con el fin de no llevar el costo del proyecto a una suma demasiado elevada.
3. La dotación de producción *per cápita* que se determinó, con un valor de 146,7 lt/hab/día, permite saber que el sistema de agua potable en la aldea Chuq Muc, abastece de forma eficiente a toda la población, ya que la dotación de consumo tiene un valor de 98,44 lt/hab/día.

4. Los parámetros iniciales, los cuales fueron tomados de una forma empírica con base en las normas y guías para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable existentes en Guatemala, no presentan riesgos en cuanto a dicho abastecimiento de agua a la comunidad. Sin embargo, se afirma que se pueden emplear parámetros que darían las mismas o mejores condiciones de funcionalidad y que obedecen a datos con un sustento con base en resultados de investigaciones aplicadas, y que al mismo tiempo reflejan en forma real y objetiva los usos y costumbres de las comunidades rurales de esta región.

RECOMENDACIONES

1. En vista de la necesidad que existe y del problema que se afronta por no existir datos suficientes sobre la demanda de agua en el área rural, se sugiere la continuación del presente estudio, por lo menos hasta completar seis meses de investigación sobre el consumo de agua de estas regiones.
2. Según las condiciones del servicio y la capacidad económica que se brinde para este estudio, tratar de realizar investigaciones de este tipo en todas las regiones de Guatemala, de esta forma, tener la información necesaria para la ejecución de nuevos proyectos de abastecimiento de agua potable en todas las zonas rurales.
3. Para controlar las variaciones en el consumo de agua potable y poder obtener los datos necesarios para realizar investigaciones sobre demandas, es necesario contar con la instalación de medidores de caudal automáticos, que registren las variaciones del consumo por medio gráficos en la salida de cada una de las plantas de purificación, o bien a la salida de cada uno de los tanques de abastecimiento.
4. Los parámetros y resultados obtenidos y presentados en esta investigación, no pueden ser usados en forma generalizada para cualquier región de Guatemala, ya que estos están fuertemente influenciados por las características propias del sector estudiado (Región VI de Guatemala), los cuales difieren mucho de las otras regiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. DE LEÓN OBIOLS, Julio Enrique. *Investigación de variaciones horarias y diarias en el consumo de agua potable en el sector sur oriental de la capital de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1969. 40 p.
3. FUENTES BARRERA, Guillermo Andrés. *La macromedición de tipo proporcional como una herramienta para la gestión del agua en acueductos de pequeñas localidades y/o zonas rurales*. Colombia: Pereira, 2009. 72 p.
4. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). *Zonas climáticas de Guatemala* [en línea].<<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>> [Consulta: 27 de junio de 2013].
5. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: selección e instalación de equipos de macromedición*. México: Secretaría de Medio Ambiente, 2007. 113 p.

6. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas para el diseño de abastecimientos de agua potable en las zonas rurales de Guatemala*. Guatemala: MSPAS; INFOM, 2011. 62 p. Vol. I

7. _____; Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en las zonas rurales*. Guatemala: INFOM; UNEPAR, 1997. 66 p.

APÉNDICES

A. TABLAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN, CÁLCULOS, CUADROS ANALÍTICOS

A continuación se presentan las anotaciones de lecturas de contadores de febrero 2013 de la casa 10 a la casa 14 del sector II de la aldea Chuc Muc.

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

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	10

Tabla I. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 10**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	1 009,1569	1 009,8648	1 010,3265	1 010,7023	1 011,0565	1 011,5268	1 011,9985
08:00	1 009,2458	1 009,9638	1 010,4215	1 010,7126	1 011,0659	1 011,6325	1 012,0564
10:00	1 009,3564	1 009,9896	1 010,5324	1 010,7369	1 011,1263	1 011,7899	1 012,1548
12:00	1 009,3698	1 009,9936	1 010,6363	1 010,7985	1 011,2988	1 011,8564	1 012,2487
14:00	1 009,4516	1 010,0256	1 010,6489	1 010,8026	1 011,2988	1 011,8987	1 012,3269
16:00	1 009,5643	1 010,1487	1 010,6598	1 010,9654	1 011,3648	1 011,9056	1 012,3458
18:00	1 009,6233	1 010,2364	1 010,6699	1 010,9866	1 011,3879	1 011,9236	1 012,3689
20:00	1 009,7586	1 010,2489	1 010,6986	1 010,9987	1 011,4026	1 011,9876	1 012,3987

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 10

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	1 012,4025	1 012,7124	1 012,8879	1 012,9455	1 012,9986	1 013,1767	1 013,8875
08:00	1 012,4561	1 012,7236	1 012,8888	1 012,9455	1 012,9989	1 013,2341	1 013,9677
10:00	1 012,5215	1 012,7546	1 012,9025	1 012,9455	1 012,9989	1 013,2549	1 014,0234
12:00	1 012,6325	1 012,8025	1 012,9125	1 012,9455	1 013,0125	1 013,2764	1 014,0478
14:00	1 012,6458	1 012,8136	1 012,9237	1 012,9654	1 013,0858	1 013,4769	1 014,0547
16:00	1 012,6688	1 012,8546	1 012,9354	1 012,9875	1 013,1534	1 013,5521	1 014,1532
18:00	1 012,7025	1 012,8649	1 012,9455	1 012,9981	1 013,1653	1 013,6873	1 014,2763
20:00	1 012,7035	1 012,8789	1 012,9455	1 012,9981	1 013,1689	1 013,7124	1 014,4674

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 10

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	1 014,4985	1 015,3278	1 015,9056	1 016,4218	1 017,1548	1 017,8124	1 018,4215
08:00	1 014,5678	1 015,4256	1 015,9264	1 016,5487	1 017,2689	1 017,8945	1 018,5348
10:00	1 014,6654	1 015,5127	1 015,9648	1 016,5532	1 017,3332	1 017,9015	1 018,6212
12:00	1 014,7896	1 015,5348	1 015,9965	1 016,6233	1 017,4568	1 017,9254	1 018,7899
14:00	1 014,9689	1 015,6322	1 016,0569	1 016,7845	1 017,6548	1 017,9987	1 018,8999
16:00	1 015,0567	1 015,7896	1 016,1588	1 016,8845	1 017,7894	1 018,1254	1 018,9248
18:00	1 015,1324	1 015,8988	1 016,2984	1 016,9564	1 017,7985	1 018,2569	1 018,9954
20:00	1 015,2315	1 015,8988	1 016,3548	1 017,0548	1 017,8002	1 018,3248	1 018,9954

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 10

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	1 018,9954	1 019,8954	1 020,6234	1 021,4528	1 022,1245	1 023,2154	1 023,9015
08:00	1 019,0185	1 019,9246	1 020,7898	1 021,5699	1 022,2564	1 023,2689	1 024,0255
10:00	1 019,2256	1 019,9847	1 020,8524	1 021,6888	1 022,4589	1 023,4215	1 024,1248
12:00	1 019,3257	1 020,0241	1 020,9545	1 021,7154	1 022,5698	1 023,4896	1 024,2666
14:00	1 019,4522	1 020,1248	1 021,0574	1 021,8523	1 022,6999	1 023,5488	1 024,2987
16:00	1 019,6211	1 020,3689	1 021,1548	1 021,9524	1 022,8452	1 023,6699	1 024,3015
18:00	1 019,7546	1 020,4899	1 021,2658	1 021,9987	1 022,9546	1 023,7845	1 024,3457
20:00	1 019,823	1 020,5234	1 021,2658	1 021,9999	1 022,9845	1 023,8946	1 024,3875

Fuente: elaboración propia.

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

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	<u>CHUC MUC SECTOR II</u>
MUNICIPIO	<u>SANTIAGO ATITLÁN</u>
DEPARTAMENTO	<u>SOLOLÁ</u>
CASA No.	<u>11</u>

Tabla V. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 11**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	356,8488	357,4111	358,2576	359,0215	359,8475	360,5487	360,9987
08:00	356,9521	357,5147	358,3574	359,1255	359,9548	360,6214	361,0245
10:00	356,9648	357,6212	358,4124	359,2488	359,9988	360,7878	361,0589
12:00	357,0021	357,7888	358,5288	359,3444	360,0125	360,8542	361,1248
14:00	357,0147	357,8444	358,6876	359,4878	360,1258	360,8954	361,1589
16:00	357,1255	357,9548	358,7418	359,5111	360,2487	360,9012	361,1894
18:00	357,2588	358,0215	358,8542	359,6222	360,3254	360,9214	361,2154
20:00	357,3015	358,1254	358,9524	359,7421	360,4188	360,9548	361,2589

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 11**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	361,3155	361,9898	362,6215	363,3254	364,1248	364,9245	365,7455
08:00	361,3589	362,0215	362,7548	363,4215	364,2487	364,9899	365,8777
10:00	361,4845	362,1254	362,8455	363,5487	364,3589	365,0215	365,9548
12:00	361,5123	362,2488	362,9879	363,6215	364,4877	365,2154	365,9986
14:00	361,6225	362,3215	362,9998	363,7548	364,5488	365,3254	366,0215
16:00	361,7542	362,4875	363,0125	363,8455	364,6481	365,4218	366,1254
18:00	361,8456	362,5888	363,1888	363,9548	364,7548	365,5888	366,2458
20:00	361,9542	362,5896	363,2487	364,0215	364,8215	365,6488	366,3548

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 11

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	366,4215	367,0124	367,8452	368,6421	369,3256	370,0215	370,8485
08:00	366,5153	367,1245	367,9545	368,7548	369,4215	370,1555	370,9542
10:00	366,6245	367,2458	368,0145	368,8487	369,5483	370,2456	371,0122
12:00	366,7545	367,3254	368,1589	368,9524	369,6233	370,3255	371,1548
14:00	366,8245	367,4215	368,2184	368,9985	369,7548	370,4588	371,2568
16:00	366,9245	367,5153	368,3256	369,0125	369,8488	370,5455	371,3566
18:00	366,9648	367,6245	368,4214	369,1245	369,9548	370,6898	371,4289
20:00	366,9987	367,7548	368,548	369,2455	369,9865	370,7542	371,5989

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 11

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	372,6248	373,3124	373,6895	374,2356	375,1255	375,8245	376,4152
08:00	372,7154	373,3545	373,7025	374,3245	375,2488	375,8648	376,5215
10:00	372,8486	373,3898	373,8456	374,4588	375,3665	375,9542	376,6325
12:00	372,9245	373,4025	373,9524	374,6589	375,4872	375,9865	376,7548
14:00	372,9865	373,4256	373,9599	374,7548	375,5421	376,0215	376,8245
16:00	373,1551	373,4658	374,0145	374,8542	375,6214	376,1554	376,9545
18:00	373,2546	373,5482	374,1255	374,9522	375,6895	376,2154	376,9875
20:00	373,2897	373,6245	374,2223	375,0255	375,7154	376,3253	377,0125

Fuente: elaboración propia.

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

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	12

Tabla IX. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	467,9245	468,8985	469,9215	470,6248	471,2548	471,8015	472,4125
08:00	468,1156	468,9254	469,9658	470,7245	471,3546	471,8654	472,5849
10:00	468,2478	469,1245	470,1548	470,8245	471,4883	471,9215	472,6894
12:00	468,4842	469,2546	470,2488	470,8985	471,6548	472,0548	472,7548
14:00	468,4985	469,5784	470,3546	470,9548	471,6984	472,2458	472,8548
16:00	468,6875	469,6248	470,4522	470,9863	471,7656	472,2688	472,9545
18:00	468,7852	469,7542	470,4689	471,0125	471,7985	472,3648	473,0215
20:00	468,8564	469,8047	470,5214	471,1256	471,7985	472,3954	473,1245

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	473,2553	473,9245	474,8546	475,6248	476,4014	477,4215	478,2458
08:00	473,3564	474,0125	474,9548	475,7845	476,5476	477,5897	478,4784
10:00	473,4586	474,1254	475,0215	475,9475	476,6214	477,6954	478,5143
12:00	473,5566	474,2564	475,1225	476,0124	476,7845	477,7848	478,6212
14:00	473,5987	474,5985	475,2587	476,1248	476,9542	477,8954	478,7523
16:00	473,6987	474,6248	475,3999	476,2477	477,0124	477,9245	478,8899
18:00	473,7012	474,7215	475,4877	476,3548	477,2487	478,0154	478,9245
20:00	473,8248	474,7895	475,5213	476,3987	477,3458	478,1476	478,9864

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	478,9986	479,8412	480,6655	481,4578	482,3487	483,0145	483,9878
08:00	479,1245	479,9548	480,7542	481,5478	482,4547	483,1248	483,9987
10:00	479,2457	479,9987	480,8241	481,6548	482,5555	483,2477	484,0124
12:00	479,3478	480,1545	480,9215	481,7548	482,6598	483,3548	484,1245
14:00	479,4784	480,2457	481,0154	481,9845	482,7548	483,4877	484,2478
16:00	479,5312	480,3655	481,1547	482,0154	482,8456	483,5788	484,3458
18:00	479,6244	480,4444	481,2477	482,2477	482,8787	483,7845	484,4878
20:00	479,7788	480,5487	481,3548	482,2894	482,9245	483,8245	484,5678

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 12

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	484,658	485,4578	486,1245	486,9987	487,7875	488,6878	489,7845
08:00	484,7548	485,5788	486,2458	487,0124	487,8785	488,7548	489,8547
10:00	484,8478	485,6875	486,4788	487,1248	487,9848	488,9546	489,9784
12:00	484,9578	485,7888	486,5878	487,2487	488,0125	489,245	490,0154
14:00	485,0125	485,8455	486,6878	487,3234	488,1547	489,2347	490,1548
16:00	485,1248	485,9875	486,7878	487,4215	488,3487	489,4584	490,2478
18:00	485,2458	485,9887	486,8788	487,5478	488,4855	489,5455	490,3457
20:00	485,3524	485,9966	486,9875	487,6878	488,5682	489,6487	490,4414

Fuente: elaboración propia.

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

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	13

Tabla XIII. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 13**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	535,5478	536,4458	537,2485	538,0125	538,7546	539,4155	540,2486
08:00	535,6333	536,5488	537,3488	538,1255	538,8455	539,4898	540,3485
10:00	535,7888	536,7455	537,4888	538,2656	538,9548	539,5488	540,4242
12:00	535,8985	536,8477	537,6245	538,3458	538,9984	539,7488	540,5236
14:00	535,9548	536,9842	537,6987	538,4152	539,0215	539,8455	540,6588
16:00	536,0124	536,9987	537,7988	538,5445	539,1478	539,9548	540,7488
18:00	536,1245	537,0125	537,8122	538,6215	539,2487	540,0155	540,8855
20:00	536,3488	537,1245	537,9222	538,7545	539,3548	540,1256	540,9548

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 13

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	541,0215	541,8788	542,6245	543,3488	544,0125	544,9545	545,6987
08:00	541,1245	541,9875	542,7888	543,4215	544,1254	544,9987	545,7458
10:00	541,2487	541,9982	542,8642	543,5878	544,2658	545,0485	545,8985
12:00	541,3263	542,0215	542,9548	543,6322	544,3265	545,1889	545,9875
14:00	541,4112	542,2487	542,9988	543,7548	544,4585	545,2696	546,0478
16:00	541,5332	542,325	543,0155	543,8488	544,6258	545,3598	546,1478
18:00	541,6255	542,4588	543,1574	543,9875	544,7848	545,4878	546,2477
20:00	541,7845	542,5123	543,2477	543,9987	544,8566	545,5988	546,3888

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 13

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	546,4215	547,2458	547,9478	548,7486	549,4245	550,1485	550,8456
08:00	546,5487	547,3222	548,0289	548,8452	549,5877	550,2363	550,8954
10:00	546,6875	547,3548	548,1263	548,9245	549,6214	550,3565	550,9245
12:00	546,7845	547,4878	548,2555	548,9986	549,7888	550,4586	551,0889
14:00	546,8487	547,5998	548,3333	549,0788	549,8524	550,5789	551,1456
16:00	546,9845	547,6111	548,4998	549,1448	549,9245	550,6233	551,2586
18:00	547,0889	547,7145	548,5218	549,2545	549,9987	550,6233	551,3487
20:00	547,1896	547,8555	548,6896	549,3351	550,0489	550,784	551,4875

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 13**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	551,5234	552,1568	552,8021	553,4215	554,0156	557,8799	558,657
08:00	551,6287	552,1689	552,8456	553,5487	554,1544	557,9542	558,6898
10:00	551,7548	552,2456	552,8953	553,6245	554,2477	558,0188	558,7154
12:00	551,8485	552,3485	552,9563	553,7548	554,3332	558,2458	558,8125
14:00	551,9548	552,6545	553,0588	553,8545	554,4125	558,3744	558,9545
16:00	551,9987	552,6985	553,1458	553,9548	554,5522	558,4887	558,9954
18:00	552,0888	552,7012	553,3452	553,9984	554,6871	558,5111	559,0555
20:00	552,1288	552,7026	553,3452	554,0154	557,7845	558,5487	559,1554

Fuente: elaboración propia.

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

ANOTACIONES DE CONSUMO

COMUNIDAD	<u>CHUC MUC SECTOR II</u>
MUNICIPIO	<u>SANTIAGO ATITLÁN</u>
DEPARTAMENTO	<u>SOLOLÁ</u>
CASA No.	<u>14</u>

Tabla XVII. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 14**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	415,8422	416,458	417,2487	417,9986	418,7848	419,7874	420,4215
08:00	415,9548	416,5879	417,3587	418,0154	418,8785	419,8745	420,5897
10:00	415,9666	416,6245	417,4789	418,1245	418,9875	419,9875	420,6988
12:00	416,0152	416,7899	417,5331	418,2587	419,2415	419,9987	420,7843
14:00	416,1548	416,8945	417,6988	418,3698	419,3584	420,0154	420,8984
16:00	416,1895	416,9855	417,7152	418,4212	419,4788	420,1548	420,9875
18:00	416,2478	417,0548	417,8486	418,5014	419,5482	420,2354	421,1245
20:00	416,3487	417,1447	417,9542	418,6245	419,6323	420,3666	421,2458

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 14

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	421,3548	422,0154	422,8788	423,6788	424,3848	425,0154	425,8478
08:00	421,4218	422,1487	422,988	423,7888	424,4875	425,1587	425,9878
10:00	421,5689	422,2649	422,9987	423,8987	424,5789	425,2875	425,9987
12:00	421,6889	422,3987	423,1245	423,9854	424,6645	425,3645	426,1245
14:00	421,7845	422,4872	423,2487	423,9987	424,7845	425,4875	426,2487
16:00	421,847	422,5478	423,3485	424,0154	424,8852	425,5788	426,3214
18:00	421,9845	422,6987	423,4870	424,1548	424,9548	425,6878	426,4121
20:00	421,9984	422,7842	423,5987	424,2487	424,9987	425,7878	426,5478

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 14

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	426,6878	427,2487	428,0154	428,758	429,5158	430,2487	430,9845
08:00	426,7848	427,3485	428,1548	428,8457	429,6587	430,3598	430,9984
10:00	426,8487	427,4878	428,2648	428,9548	429,7845	430,4515	431,0548
12:00	426,9875	427,5893	428,4784	429,1245	429,8245	430,5486	431,2483
14:00	426,9987	427,6899	428,5895	429,2485	429,9545	430,5599	431,3254
16:00	427,0154	427,7848	428,6545	429,3548	430,1245	430,6895	431,4218
18:00	427,1548	427,8788	428,6987	429,4215	430,1589	430,7845	431,5845
20:00	427,1849	427,9845	428,6987	429,4586	430,1985	430,8487	431,6896

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 14**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00	431,7548	432,4125	433,0253	433,8455	434,6245	435,4878	436,0148
08:00	431,8488	432,5487	433,1254	433,9854	434,7845	435,5489	436,1588
10:00	431,9548	432,6254	433,2488	433,9985	434,8487	435,6599	436,2487
12:00	431,9982	432,7548	433,3258	434,0155	434,9878	435,7545	436,3548
14:00	432,0215	432,8485	433,4215	434,1425	434,9987	435,8477	436,4522
16:00	432,1242	432,9854	433,5486	434,3578	435,0215	435,8987	436,5487
18:00	432,3547	432,9984	433,6987	434,4872	435,2154	435,9875	436,6545
20:00	432,3698	432,9984	433,7845	434,5487	435,3245	435,9985	436,7548

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan los cuadros de cálculo de consumo de agua potable en m³ de febrero de 2013 de la casa 10 a la casa 14 del sector II de la aldea Chuc Muc. Esto realizó con base en los cuadros analíticos de las anotaciones de lectura de los contadores, restando a cada una de las lecturas la inmediata anterior. Solamente se presentan los cuadros de febrero para ejemplificar lo que se realizó en todo el periodo de estudio.

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

CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	10

Tabla XXI. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 10**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,1005	0,1062	0,0776	0,0037	0,0578	0,1242	0,0109
08:00:00	0,0889	0,0990	0,0950	0,0103	0,0094	0,1057	0,0579
10:00:00	0,1106	0,0258	0,1109	0,0243	0,0604	0,1574	0,0984
12:00:00	0,0134	0,0040	0,1039	0,0616	0,1725	0,0665	0,0939
14:00:00	0,0818	0,0320	0,0126	0,0041	0	0,0423	0,0782
16:00:00	0,1127	0,1231	0,0109	0,1628	0,0660	0,0069	0,0189
18:00:00	0,0590	0,0877	0,0101	0,0212	0,0231	0,0180	0,0231
20:00:00	0,1353	0,0125	0,0287	0,0121	0,0147	0,0640	0,0298
Sumatoria	0,7022	0,4903	0,4497	0,3001	0,4039	0,5850	0,4111
Promedio m3/h	0,0502	0,035	0,0321	0,0214	0,0289	0,0418	0,0294

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 10**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0038	0,0090	0,0090	0,0000	0,0005	0,0078	0,1751
08:00:00	0,0536	0,0112	0,0009	0,0000	0,0003	0,0574	0,0802
10:00:00	0,0654	0,0310	0,0137	0,0000	0,0000	0,0208	0,0557
12:00:00	0,1110	0,0479	0,0100	0,0000	0,0136	0,0215	0,0244
14:00:00	0,0133	0,0111	0,0112	0,0199	0,0733	0,2005	0,0069
16:00:00	0,0230	0,0410	0,0117	0,0221	0,0676	0,0752	0,0985
18:00:00	0,0337	0,0103	0,0101	0,0106	0,0119	0,1352	0,1231
20:00:00	0,0010	0,0140	0,0000	0,0000	0,0036	0,0251	0,1911
Sumatoria	0,3048	0,1754	0,0666	0,0526	0,1708	0,5435	0,7550
Promedio m3/h	0,0218	0,0125	0,0048	0,0038	0,0122	0,0388	0,0539

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 10**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0311	0,0963	0,0068	0,0670	0,1000	0,0122	0,0967
08:00:00	0,0693	0,0978	0,0208	0,1269	0,1141	0,0821	0,1133
10:00:00	0,0976	0,0871	0,0384	0,0045	0,0643	0,0070	0,0864
12:00:00	0,1242	0,0221	0,0317	0,0701	0,1236	0,0239	0,1687
14:00:00	0,1793	0,0974	0,0604	0,1612	0,1980	0,0733	0,1100
16:00:00	0,0878	0,1574	0,1019	0,1000	0,1346	0,1267	0,0249
18:00:00	0,0757	0,1092	0,1396	0,0719	0,0091	0,1315	0,0706
20:00:00	0,0991	0,0000	0,0564	0,0984	0,0017	0,0679	0,0000
Sumatoria	0,7641	0,6673	0,4560	0,7000	0,7454	0,5246	0,6706
Promedio m3/h	0,0546	0,0477	0,0326	0,0500	0,0532	0,0375	0,0479

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 10**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0000	0,0724	0,1000	0,1870	0,1246	0,2309	0,0069
08:00:00	0,0231	0,0292	0,1664	0,1171	0,1319	0,0535	0,1240
10:00:00	0,2071	0,0601	0,0626	0,1189	0,2025	0,1526	0,0993
12:00:00	0,1001	0,0394	0,1021	0,0266	0,1109	0,0681	0,1418
14:00:00	0,1265	0,1007	0,1029	0,1369	0,1301	0,0592	0,0321
16:00:00	0,1689	0,2441	0,0974	0,1001	0,1453	0,1211	0,0028
18:00:00	0,1335	0,1210	0,1110	0,0463	0,1094	0,1146	0,0442
20:00:00	0,0684	0,0335	0,0000	0,0012	0,0299	0,1101	0,0418
Sumatoria	0,8276	0,7004	0,7424	0,7341	0,9846	0,9101	0,4929
Promedio m3/h	0,0591	0,0500	0,0530	0,0524	0,0703	0,0650	0,0352

Fuente: elaboración propia.

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

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	11

Tabla XXV. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 11**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0643	0,1096	0,1322	0,0691	0,1054	0,1299	0,0439
08:00:00	0,1033	0,1036	0,0998	0,1040	0,1073	0,0727	0,0258
10:00:00	0,0127	0,1065	0,0550	0,1233	0,0440	0,1664	0,0344
12:00:00	0,0373	0,1676	0,1164	0,0956	0,0137	0,0664	0,0659
14:00:00	0,0126	0,0556	0,1588	0,1434	0,1133	0,0412	0,0341
16:00:00	0,1108	0,1104	0,0542	0,0233	0,1229	0,0058	0,0305
18:00:00	0,1333	0,0667	0,1124	0,1111	0,0767	0,0202	0,0260
20:00:00	0,0427	0,1039	0,0982	0,1199	0,0934	0,0334	0,0435
Sumatoria	0,517	0,8239	0,827	0,7897	0,6767	0,536	0,3041
Promedio m3/h	0,0369	0,0589	0,0591	0,0564	0,0483	0,0383	0,0217

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 11**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0566	0,0356	0,0319	0,0767	0,1033	0,1030	0,0967
08:00:00	0,0434	0,0317	0,1333	0,0961	0,1239	0,0654	0,1322
10:00:00	0,1256	0,1039	0,0907	0,1272	0,1102	0,0316	0,0771
12:00:00	0,0278	0,1234	0,1424	0,0728	0,1288	0,1939	0,0438
14:00:00	0,1102	0,0727	0,0119	0,1333	0,0611	0,1100	0,0229
16:00:00	0,1317	0,1660	0,0127	0,0907	0,0993	0,0964	0,1039
18:00:00	0,0914	0,1013	0,1763	0,1093	0,1067	0,1670	0,1204
20:00:00	0,1086	0,0008	0,0599	0,0667	0,0667	0,0600	0,1090
Sumatoria	0,6953	0,6354	0,6591	0,7728	0,8	0,8273	0,706
Promedio m3/h	0,0497	0,0454	0,0471	0,0552	0,0571	0,0591	0,0504

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 11**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0667	0,0137	0,0904	0,0941	0,0801	0,0350	0,0943
08:00:00	0,0938	0,1121	0,1093	0,1127	0,0959	0,1340	0,1057
10:00:00	0,1092	0,1213	0,0600	0,0939	0,1268	0,0901	0,0580
12:00:00	0,1300	0,0796	0,1444	0,1037	0,0750	0,0799	0,1426
14:00:00	0,0700	0,0961	0,0595	0,0461	0,1315	0,1333	0,1020
16:00:00	0,1000	0,0938	0,1072	0,0140	0,0940	0,0867	0,0998
18:00:00	0,0403	0,1092	0,0958	0,1120	0,1060	0,1443	0,0723
20:00:00	0,0339	0,1303	0,1266	0,1210	0,0317	0,0644	0,1700
Sumatoria	0,6439	0,7561	0,7932	0,6975	0,7410	0,7677	0,8447
Promedio m3/h	0,0460	0,0540	0,0567	0,0498	0,0529	0,0548	0,0603

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 11**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	1,0259	0,0227	0,0650	0,0133	0,1000	0,1091	0,0899
08:00:00	0,0906	0,0421	0,0130	0,0889	0,1233	0,0403	0,1063
10:00:00	0,1332	0,0353	0,1431	0,1343	0,1177	0,0894	0,1110
12:00:00	0,0759	0,0127	0,1068	0,2001	0,1207	0,0323	0,1223
14:00:00	0,0620	0,0231	0,0075	0,0959	0,0549	0,0350	0,0697
16:00:00	0,1686	0,0402	0,0546	0,0994	0,0793	0,1339	0,1300
18:00:00	0,0995	0,0824	0,1110	0,0980	0,0681	0,0600	0,0330
20:00:00	0,0351	0,0763	0,0968	0,0733	0,0259	0,1099	0,0250
Sumatoria	1,6908	0,3348	0,5978	0,8032	0,6899	0,6099	0,6872
Promedio m3/h	0,1208	0,0239	0,0427	0,0574	0,0493	0,0436	0,0491

Fuente: elaboración propia.

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

CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	12

Tabla XXIX. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0769	0,0421	0,1168	0,1034	0,1292	0,0030	0,0171
08:00:00	0,1911	0,0269	0,0443	0,0997	0,0998	0,0639	0,1724
10:00:00	0,1322	0,1991	0,1890	0,1000	0,1337	0,0561	0,1045
12:00:00	0,2364	0,1301	0,0940	0,0740	0,1665	0,1333	0,0654
14:00:00	0,0143	0,3238	0,1058	0,0563	0,0436	0,1910	0,1000
16:00:00	0,1890	0,0464	0,0976	0,0315	0,0672	0,0230	0,0997
18:00:00	0,0977	0,1294	0,0167	0,0262	0,0329	0,0960	0,0670
20:00:00	0,0712	0,0505	0,0525	0,1131	0,0000	0,0306	0,1030
Sumatoria	1,0088	0,9483	0,7167	0,6042	0,6729	0,5969	0,7291
Promedio m³/h	0,0721	0,0677	0,0512	0,0432	0,0481	0,0426	0,0521

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,1308	0,0997	0,0651	0,1035	0,0027	0,0757	0,0982
08:00:00	0,1011	0,0880	0,1002	0,1597	0,1462	0,1682	0,2326
10:00:00	0,1022	0,1129	0,0667	0,1630	0,0738	0,1057	0,0359
12:00:00	0,0980	0,1310	0,1010	0,0649	0,1631	0,0894	0,1069
14:00:00	0,0421	0,3421	0,1362	0,1124	0,1697	0,1106	0,1311
16:00:00	0,1000	0,0263	0,1412	0,1229	0,0582	0,0291	0,1376
18:00:00	0,0025	0,0967	0,0878	0,1071	0,2363	0,0909	0,0346
20:00:00	0,1236	0,0680	0,0336	0,0439	0,0971	0,1322	0,0619
Sumatoria	0,7003	0,9647	0,7318	0,8774	0,9471	0,8018	0,8388
Promedio m3/h	0,0500	0,0689	0,0523	0,0627	0,0676	0,0573	0,0599

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0122	0,0624	0,1168	0,1030	0,0593	0,0900	0,1633
08:00:00	0,1259	0,1136	0,0887	0,0900	0,1060	0,1103	0,0109
10:00:00	0,1212	0,0439	0,0699	0,1070	0,1008	0,1229	0,0137
12:00:00	0,1021	0,1558	0,0974	0,1000	0,1043	0,1071	0,1121
14:00:00	0,1306	0,0912	0,0939	0,2297	0,0950	0,1329	0,1233
16:00:00	0,0528	0,1198	0,1393	0,0309	0,0908	0,0911	0,0980
18:00:00	0,0932	0,0789	0,0930	0,2323	0,0331	0,2057	0,1420
20:00:00	0,1544	0,1043	0,1071	0,0417	0,0458	0,0400	0,0800
Sumatoria	0,7924	0,7699	0,8061	0,9346	0,6351	0,9000	0,7433
Promedio m3/h	0,0566	0,0550	0,0576	0,0668	0,0454	0,0643	0,0531

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 12**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0902	0,1054	0,1279	0,0112	0,0997	0,1196	0,1358
08:00:00	0,0968	0,1210	0,1213	0,0137	0,0910	0,0670	0,0702
10:00:00	0,0930	0,1087	0,2330	0,1124	0,1063	0,1998	0,1237
12:00:00	0,1100	0,1013	0,1090	0,1239	0,0277	0,2904	0,0370
14:00:00	0,0547	0,0567	0,1000	0,0747	0,1422	0,0103	0,1394
16:00:00	0,1123	0,1420	0,1000	0,0981	0,1940	0,2237	0,0930
18:00:00	0,1210	0,0012	0,0910	0,1263	0,1368	0,0871	0,0979
20:00:00	0,1066	0,0079	0,1087	0,1400	0,0827	0,1032	0,0957
Sumatoria	0,7846	0,6442	0,9909	0,7003	0,8804	1,0805	0,7927
Promedio m3/h	0,0560	0,0460	0,0708	0,0500	0,0629	0,0772	0,0566

Fuente: elaboración propia.

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

CALCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	13

Tabla XXXIII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 13**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0700	0,0970	0,1240	0,0903	0,0004	0,0607	0,1230
08:00:00	0,0855	0,1030	0,1003	0,1130	0,0909	0,0743	0,0999
10:00:00	0,1555	0,1967	0,1400	0,1401	0,1093	0,0590	0,0757
12:00:00	0,1097	0,1022	0,1357	0,0802	0,0436	0,2000	0,0994
14:00:00	0,0563	0,1365	0,0742	0,0694	0,0231	0,0967	0,1352
16:00:00	0,0576	0,0145	0,1001	0,1293	0,1263	0,1093	0,0900
18:00:00	0,1121	0,0138	0,0134	0,0770	0,1009	0,0607	0,1367
20:00:00	0,2243	0,1120	0,1100	0,1330	0,1061	0,1101	0,0693
Sumatoria	0,8710	0,7757	0,7977	0,8323	0,6003	0,7708	0,8292
Promedio m3/h	0,0622	0,0554	0,0570	0,0595	0,0429	0,0551	0,0592

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 13**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0667	0,0943	0,1122	0,1011	0,0138	0,0979	0,0999
08:00:00	0,1030	0,1087	0,1643	0,0727	0,1129	0,0442	0,0471
10:00:00	0,1242	0,0107	0,0754	0,1663	0,1404	0,0498	0,1527
12:00:00	0,0776	0,0233	0,0906	0,0444	0,0607	0,1404	0,0890
14:00:00	0,0849	0,2272	0,0440	0,1226	0,1320	0,0807	0,0603
16:00:00	0,1220	0,0763	0,0167	0,0940	0,1673	0,0902	0,1000
18:00:00	0,0923	0,1338	0,1419	0,1387	0,1590	0,1280	0,0999
20:00:00	0,1590	0,0535	0,0903	0,0112	0,0718	0,1110	0,1411
Sumatoria	0,8297	0,7278	0,7354	0,7510	0,8579	0,7422	0,7900
Promedio m3/h	0,0593	0,0520	0,0525	0,0536	0,0613	0,0530	0,0564

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 13**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0327	0,0562	0,0923	0,0590	0,0894	0,0996	0,0616
08:00:00	0,1272	0,0764	0,0811	0,0966	0,1632	0,0878	0,0498
10:00:00	0,1388	0,0326	0,0974	0,0793	0,0337	0,1202	0,0291
12:00:00	0,0970	0,1330	0,1292	0,0741	0,1674	0,1021	0,1644
14:00:00	0,0642	0,1120	0,0778	0,0802	0,0636	0,1203	0,0567
16:00:00	0,1358	0,0113	0,1665	0,0660	0,0721	0,0444	0,1130
18:00:00	0,1044	0,1034	0,0220	0,1097	0,0742	0,0000	0,0901
20:00:00	0,1007	0,1410	0,1678	0,0806	0,0502	0,1607	0,1388
Sumatoria	0,8008	0,6659	0,8341	0,6455	0,7138	0,7351	0,7035
Promedio m3/h	0,0572	0,0476	0,0596	0,0461	0,0510	0,0525	0,0502

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 13**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0359	0,0280	0,0995	0,0763	0,0002	0,0954	0,1083
08:00:00	0,1053	0,0121	0,0435	0,1272	0,1388	0,0743	0,0328
10:00:00	0,1261	0,0767	0,0497	0,0758	0,0933	0,0646	0,0256
12:00:00	0,0937	0,1029	0,0610	0,1303	0,0855	0,2270	0,0971
14:00:00	0,1063	0,3060	0,1025	0,0997	0,0793	0,1286	0,1420
16:00:00	0,0439	0,0440	0,0870	0,1003	0,1397	0,1143	0,0409
18:00:00	0,0901	0,0027	0,1994	0,0436	0,1349	0,0224	0,0601
20:00:00	0,0400	0,0014	0,0000	0,0170	3,0974	0,0376	0,0999
Sumatoria	0,6413	0,5738	0,6426	0,6702	3,7691	0,7642	0,6067
Promedio m3/h	0,0458	0,0410	0,0459	0,0479	0,2692	0,0546	0,0433

Fuente: elaboración propia.

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

CALCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ
CASA No.	14

Tabla XXXVII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 1 al 7 de febrero de 2013, casa 14**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0577	0,1093	0,1040	0,0444	0,1603	0,1551	0,0549
08:00:00	0,1126	0,1299	0,1100	0,0168	0,0937	0,0871	0,1682
10:00:00	0,0118	0,0366	0,1202	0,1091	0,1090	0,1130	0,1091
12:00:00	0,0486	0,1654	0,0542	0,1342	0,2540	0,0112	0,0855
14:00:00	0,1396	0,1046	0,1657	0,1111	0,1169	0,0167	0,1141
16:00:00	0,0347	0,0910	0,0164	0,0514	0,1204	0,1394	0,0891
18:00:00	0,0583	0,0693	0,1334	0,0802	0,0694	0,0806	0,1370
20:00:00	0,1009	0,0899	0,1056	0,1231	0,0841	0,1312	0,1213
Sumatoria	0,5642	0,7960	0,8095	0,6703	1,0078	0,7343	0,8792
Promedio m3/h	0,0403	0,0569	0,0578	0,0479	0,0720	0,0525	0,0628

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 8 al 14 de febrero de 2013, casa 14**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,1090	0,0170	0,0946	0,0801	0,1361	0,0167	0,0600
08:00:00	0,0670	0,1333	0,1092	0,1100	0,1027	0,1433	0,1400
10:00:00	0,1471	0,1162	0,0107	0,1099	0,0914	0,1288	0,0109
12:00:00	0,1200	0,1338	0,1258	0,0867	0,0856	0,0770	0,1258
14:00:00	0,0956	0,0885	0,1242	0,0133	0,1200	0,1230	0,1242
16:00:00	0,0625	0,0606	0,0998	0,0167	0,1007	0,0913	0,0727
18:00:00	0,1375	0,1509	0,1385	0,1394	0,0696	0,1090	0,0907
20:00:00	0,0139	0,0855	0,1117	0,0939	0,0439	0,1000	0,1357
Sumatoria	0,7526	0,7858	0,8145	0,6500	0,7500	0,7891	0,7600
Promedio m3/h	0,0538	0,0561	0,0582	0,0464	0,0536	0,0564	0,0543

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 15 al 21 de febrero de 2013, casa 14**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,1400	0,0638	0,0309	0,0593	0,0572	0,0502	0,1358
08:00:00	0,0970	0,0998	0,1394	0,0877	0,1429	0,1111	0,0139
10:00:00	0,0639	0,1393	0,1100	0,1091	0,1258	0,0917	0,0564
12:00:00	0,1388	0,1015	0,2136	0,1697	0,0400	0,0971	0,1935
14:00:00	0,0112	0,1006	0,1111	0,1240	0,1300	0,0113	0,0771
16:00:00	0,0167	0,0949	0,0650	0,1063	0,1700	0,1296	0,0964
18:00:00	0,1394	0,0940	0,0442	0,0667	0,0344	0,0950	0,1627
20:00:00	0,0301	0,1057	0,0000	0,0371	0,0396	0,0642	0,1051
Sumatoria	0,6371	0,7996	0,7142	0,7599	0,7399	0,6502	0,8409
Promedio m3/h	0,0455	0,0571	0,0510	0,0543	0,0529	0,0464	0,0601

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Cálculo de consumo en m³ de la semana del 22 al 28 de febrero de 2013, casa 14**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV
06:00:00	0,0652	0,0427	0,0269	0,0610	0,0758	0,1633	0,0163
08:00:00	0,0940	0,1362	0,1001	0,1399	0,1600	0,0611	0,1440
10:00:00	0,1060	0,0767	0,1234	0,0131	0,0642	0,1110	0,0899
12:00:00	0,0434	0,1294	0,0770	0,0170	0,1391	0,0946	0,1061
14:00:00	0,0233	0,0937	0,0957	0,1270	0,0109	0,0932	0,0974
16:00:00	0,1027	0,1369	0,1271	0,2153	0,0228	0,0510	0,0965
18:00:00	0,2305	0,0130	0,1501	0,1294	0,1939	0,0888	0,1058
20:00:00	0,0151	0,0000	0,0858	0,0615	0,1091	0,0110	0,1003
Sumatoria	0,6802	0,6286	0,7861	0,7642	0,7758	0,6740	0,7563
Promedio m3/h	0,0486	0,0449	0,0561	0,0546	0,0554	0,0481	0,0540

Fuente: elaboración propia.

Los cuadros que a continuación se presentan, corresponden a la medición de consumo diario de macromedición, que se realizó durante el periodo de investigación.

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



CUADRO CONSUMO DIARIO DE MACROMEDICIÓN

COMUNIDAD	CHUC MUC SECTOR <u> II </u>
MUNICIPIO	SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO	SOLOLÁ

Tabla XLI. **Consumo diario de macromedición en m³ de diciembre de 2012**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28	SEMANA DEL 29 AL 31
SÁBADO	293	307	318	307	295
DOMINGO	305	291	342	321	284
LUNES	293	313	319	275	105,8
MARTES	291	308	318		
MIÉRCOLES	290	322	327	304	
JUEVES	286	297	296	294	
VIERNES	288	325	346	323	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Consumo diario de macromedición en m³ de enero de 2013**

	SEMANA DEL 1 AL 5	SEMANA DEL 6 AL 12	SEMANA DEL 13 AL 19	SEMANA DEL 20 AL 26	SEMANA DEL 27 AL 31
DOMINGO		270	266	199	276,5
LUNES		273	269	269	254,5
MARTES	110,4	268	194	269	265,5
MIÉRCOLES	384,4	195	200	267	313,5
JUEVES	393,4	261	267	205	276,5
VIERNES	395,4	266	199	187	
SÁBADO	386,4	267	268	199	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Consumo diario de macromedición en m³ de febrero de 2013**

	SEMANA DEL 1 AL 7	SEMANA DEL 8 AL 14	SEMANA DEL 15 AL 21	SEMANA DEL 22 AL 28
VIERNES	212	293	325	375
SÁBADO	324	319	324	289
DOMINGO	289	287	293	290
LUNES	342	320	340,2	291
MARTES	284	308	287	288
MIÉRCOLES	288	295	290	289
JUEVES	296	287	293	286

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Consumo total de macromedición en m³**

DICIEMBRE	8983,80 m³
ENERO	8114,40 m³
FEBRERO	8404,20 m³
SUMA TOTAL DE LOS DÍAS DE INVESTIGACIÓN:	25502,40 m³

Fuente: elaboración propia.

Los siguientes cuadros, corresponden a la suma total de consumo registrados durante todo el período de investigación (suma total de micromedición).

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



CONSUMO TOTAL DE MICROMEDICIÓN

COMUNIDAD CHUC MUC SECTOR II
MUNICIPIO SANTIAGO ATITLÁN
DEPARTAMENTO SOLOLÁ

Tabla XLV. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	suma
06:00	-----	3,198	4,1703	4,2887	2,2131	2,757	3,3014	19,9284
08:00	1,6606	3,1395	2,0037	5,1477	4,16	3,8019	3,9248	23,8383
10:00	3,3411	5,1441	7,0022	5,6123	4,6999	4,2702	4,2032	34,2729
12:00	5,4854	6,2844	6,4224	5,613	4,8767	7,3711	4,2521	40,305
14:00	5,2941	4,4576	4,4763	5,3151	5,5479	6,655	5,1025	36,8484
16:00	5,4195	5,6924	4,0618	4,5927	5,2864	6,1757	2,8688	34,0975
18:00	2,9023	4,2786	3,6138	4,4713	7,4255	4,0936	3,5092	30,2944
20:00	1,4363	2,3458	3,7167	2,1263	1,8949	4,0138	2,9067	18,4405
Suma	25,5393	34,5405	35,4672	37,167	36,1044	39,1383	30,0688	
Prom m3/h	1,8242	2,4672	2,5334	2,6548	2,5789	2,7956	2,1478	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 8 al 14 de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	suma
06:00	2,4536	2,1307	3,1462	4,3993	4,8248	6,4355	4,8767	28,2666
08:00	6,8565	4,3643	5,8543	2,3907	3,6066	2,4098	4,1556	29,6379
10:00	4,2819	3,3639	5,4251	4,3095	7,1298	3,2936	5,786	33,5898
12:00	5,9904	6,3777	5,1349	4,749	4,3879	6,5947	5,6332	38,8676
14:00	3,3999	5,5251	4,5445	5,8743	6,8495	5,0146	4,9237	36,1318
16:00	4,9866	5,6229	3,9844	5,7838	4,1521	7,801	7,0389	39,3698
18:00	3,3801	4,8645	4,6674	3,5095	5,0554	2,9369	2,6997	27,1136
20:00	1,9596	2,1619	2,1752	2,07	3,5224	2,7291	2,2896	16,9078
Suma	33,3087	34,411	34,9318	33,0862	39,5286	37,2151	37,4034	
Prom m3/h	2,3792	2,4579	2,4951	2,3633	2,8235	2,6582	2,6717	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 15 al 21 de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	suma
06:00	2,8975	2,7467	4,4581	3,6655	4,8759	2,3238	2,4153	23,3829
08:00	2,0751	4,2253	3,5000	2,5433	3,6070	3,4985	4,4923	23,9416
10:00	4,1712	3,6997	5,2224	4,9421	5,4059	4,7123	5,6387	33,7924
12:00	6,9213	5,2434	3,6699	7,7385	6,2772	5,4857	6,8565	42,1925
14:00	3,4775	8,0103	3,5357	4,0671	5,0013	5,7318	5,7638	35,5876
16:00	5,0065	5,5567	5,9882	3,9480	3,4297	3,8726	3,8189	31,6205
18:00	2,8376	3,4290	3,4992	6,5318	6,3210	5,7506	4,0877	32,4569
20:00	1,6021	2,2690	2,2182	2,8633	1,4819	2,2896	3,2400	15,964
Suma	28,9889	35,1801	32,0917	36,2997	36,4001	33,6647	36,3133	
Prom m3/h	2,0706	2,5129	2,2923	2,5928	2,6	2,4046	2,5938	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 22 al 28 de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN 24 DIC	MAR 25 DIC	MIER	JUEV	VIER	suma
06:00	3,1024	6,7724	4,6604	-----	4,6573	2,8035	3,1017	25,0976
08:00	4,8046	5,2588	4,9888	-----	2,7857	2,8044	3,514	24,1563
10:00	5,6593	5,0723	6,6796	-----	3,4283	3,9255	4,7884	29,5535
12:00	3,4356	4,2319	5,0348	-----	4,3478	4,432	3,4022	24,8842
14:00	5,6082	4,8985	-----	-----	5,3758	5,0767	4,8921	25,8514
16:00	5,4468	4,0614	-----	-----	3,3437	3,2447	3,77	19,8665
18:00	3,5272	4,2279	-----	-----	3,9693	3,8689	3,7409	19,3341
20:00	2,6712	2,6088	-----	-----	2,7872	2,7714	2,3804	13,219
Suma	34,2553	37,1321	21,3637	-----	30,695	28,9271	29,5895	
Prom m3/h	2,4468	2,6523	1,526	0	2,1925	2,0662	2,1135	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 29 al 31 de diciembre de 2012**

HORA	SAB	DOM	LUN	suma
06:00	2,9795	2,3528	2,3193	145,1081
08:00	3,4305	3,3753	4,9841	133,3183
10:00	4,6236	7,2365	5,6575	115,8007
12:00	2,7287	5,8263	3,0590	104,1867
14:00	5,9742	3,9233	-----	94,2892
16:00	2,5948	4,3621	-----	87,3323
18:00	4,1716	2,7666	-----	80,3941
20:00	2,1586	1,8556	-----	76,3799
Suma	28,6616	31,6985	16,0199	
Prom m3/h	2,0473	2,2642	1,1443	

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 1 al 5 de enero de 2013**

HORA	MAR 1 ENE	MIER	JUEV	VIER	SAB	suma
06:00	-----	4,7677	4,0863	1,7772	5,6031	16,2342
08:00	-----	3,1440	3,7067	4,2286	4,1344	15,2137
10:00	-----	4,0270	4,3400	4,4570	3,1219	15,9460
12:00	-----	3,8880	4,6788	7,8871	4,5122	20,9661
14:00	-----	4,7395	6,0878	4,9539	3,6225	19,4037
16:00	-----	4,8917	8,4568	4,1304	3,1741	20,6531
18:00	-----	2,6373	3,5478	2,8946	3,5283	12,6080
20:00	-----	3,3950	1,9258	2,3951	3,0215	10,7374
Suma	-----	31,4902	36,8300	32,7239	30,7179	
Prom m3/h	-----	2,2493	2,6307	2,3374	2,1941	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 6 al 12 de enero de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	suma
06:00	2,2031	18,7008	5,3982	2,0589	2,5036	4,0190	2,2877	37,1713
08:00	3,3764	3,8314	2,3216	3,1219	4,6538	6,7407	2,9446	26,9903
10:00	7,1302	3,3205	4,3555	4,3559	4,9392	4,0929	4,6328	32,8269
12:00	5,0595	5,5255	4,8469	5,4861	3,6078	5,9573	3,3087	33,7916
14:00	3,4775	3,3896	3,2160	5,1727	4,1789	3,3212	3,8413	26,5975
16:00	8,5892	2,7537	4,3533	4,7829	2,1579	3,1057	5,4306	31,1733
18:00	3,2646	4,2109	3,6228	3,0424	2,6136	3,5221	2,4985	22,7749
20:00	2,1270	1,7949	2,7239	2,1435	2,7331	1,8401	3,4136	16,7761
Suma	35,2275	43,5273	30,8382	30,1644	27,3879	32,5988	28,3577	
Prom m3/h	2,5163	3,1091	2,2027	2,1546	1,9563	2,3285	2,0256	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 13 al 19 de enero de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	suma
06:00	10,5739	12,0197	2,8619	2,6276	3,6339	2,6533	3,7037	38,0739
08:00	4,4905	4,0259	3,9520	4,2999	3,3849	2,9887	6,9886	30,1305
10:00	5,1727	4,0852	2,4440	4,5394	4,5254	9,2005	4,4857	34,4529
12:00	4,4787	6,2169	6,0157	2,2064	5,5442	5,4799	5,1121	35,0539
14:00	2,7633	4,6821	4,4809	4,8193	5,0289	3,8008	4,2198	29,7951
16:00	3,2708	4,4688	3,1855	5,8057	4,1300	5,7300	2,3639	28,9547
18:00	3,5184	3,4316	4,3588	4,3198	3,1189	4,2260	4,0804	27,0539
20:00	2,3767	5,2069	2,0656	1,8813	3,2675	3,9071	1,5757	20,2809
Suma	36,6450	44,1371	29,3644	30,4994	32,6338	37,9864	32,5297	
Prom m3/h	2,6175	3,1527	2,0975	2,1785	2,3310	2,7133	2,3236	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 20 al 26 de enero de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	suma
06:00	7,8356	21,9124	3,9274	2,9178	4,0395	2,1332	3,0829	45,8488
08:00	3,6445	4,4537	3,7343	2,8839	4,0178	3,8126	5,5023	28,0492
10:00	6,7749	4,3183	5,5891	4,6670	4,7255	4,9951	4,0826	35,1525
12:00	4,4015	7,0864	5,6777	4,1164	5,8366	2,5106	5,9657	35,5949
14:00	5,8131	4,7557	4,2113	4,7192	13,4578	3,5364	3,5048	39,9982
16:00	2,6099	5,5328	4,5975	4,0984	4,3158	3,0410	4,0182	28,2136
18:00	3,9384	3,4308	4,8108	4,1425	3,7876	2,9008	4,5615	27,5725
20:00	2,2789	2,0372	2,3672	2,3558	1,7511	1,3925	2,1715	14,3541
Suma	37,2968	53,5274	34,9153	29,9010	41,9318	24,3222	32,8894	
Prom m3/h	2,6641	3,8234	2,4939	2,1358	2,9951	1,7373	2,3492	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 27 al 31 de enero de 2013**

HORA	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	suma
06:00	4,1127	18,2293	3,3374	4,2304	2,2929	32,2027
08:00	4,0524	4,0859	5,595	4,4324	4,5684	22,7341
10:00	4,5144	5,2717	3,6037	6,2324	8,5447	28,1669
12:00	5,9381	4,8836	3,0877	4,5269	6,8036	25,2399
14:00	3,8303	5,4416	6,9819	5,0712	3,6412	24,9663
16:00	2,5481	4,4287	4,1293	3,0612	4,7435	18,9108
18:00	3,8461	2,2285	4,2532	3,7854	2,0626	16,1758
20:00	1,9968	3,205	2,8828	2,5867	2,8431	13,5144
Suma	30,8389	47,7743	33,8711	33,9266	35,5001	
Prom m3/h	2,2028	3,4124	2,4194	2,4233	2,5357	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 1 al 7 de enero de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	suma
06:00	4,9083	8,2928	4,8509	3,0321	4,5449	3,5647	2,5525	31,7463
08:00	4,1091	5,7322	3,8792	3,6795	5,2687	5,0153	4,0686	31,7525
10:00	5,3618	6,9238	6,6267	3,0068	6,2114	4,8215	3,7648	36,7167
12:00	6,9415	4,8976	5,9047	6,6675	3,9465	3,7909	6,5053	38,6539
14:00	5,0995	6,0249	4,8943	4,7174	5,8811	4,1385	6,9511	37,7069
16:00	3,5084	5,4258	3,1178	4,4272	3,7343	4,7034	4,9955	29,9124
18:00	3,6298	3,6732	2,9898	2,6768	3,98	2,3918	5,3026	24,6441
20:00	5,6354	5,0315	5,3085	5,4622	4,1661	5,108	5,6435	36,3552
Suma	39,1939	46,0018	37,5719	33,6695	37,733	33,5342	39,7838	
Prom m3/h	2,7996	3,2858	2,6837	2,405	2,6952	2,3953	2,8417	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 8 al 14 de enero de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	suma
06:00	8,5984	16,6126	3,4198	3,7236	1,7996	3,4753	4,5022	42,1317
08:00	5,1231	3,1154	4,9289	4,4129	6,1172	4,2882	4,4706	32,4563
10:00	4,2915	3,7118	3,3613	5,9150	4,4912	4,8987	3,8785	30,5480
12:00	3,6092	4,7156	6,2673	3,6986	3,2936	4,5534	5,3320	31,4697
14:00	5,3048	6,8764	4,0182	4,5350	5,0098	5,4464	4,7192	35,9098
16:00	6,9533	4,4452	1,7849	4,3025	4,6350	4,2470	3,5500	29,9180
18:00	4,1856	4,8182	3,4764	3,5614	5,0260	3,9976	5,3018	30,3670
20:00	3,6688	2,0200	2,2182	1,8372	2,5356	3,2686	3,8431	19,3915
Suma	41,7346	46,3152	29,4751	31,9861	32,9082	34,1752	35,5975	
Prom m3/h	2,9810	3,3082	2,1054	2,2847	2,3506	2,4411	2,5427	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 15 al 21 de enero de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	suma
06:00	5,3434	15,2836	2,7776	3,0402	3,6699	3,0572	3,9395	37,1114
08:00	6,3810	3,2547	5,7042	3,6129	7,8404	3,7074	4,0583	34,5589
10:00	5,4313	3,7008	3,7847	3,6949	5,5049	6,0213	5,1543	33,2922
12:00	7,8444	8,3998	5,1433	3,5140	8,1607	6,7712	7,8014	47,6349
14:00	5,4232	5,4070	5,0690	7,1982	3,9619	8,0648	4,7097	39,8338
16:00	4,6177	3,4588	4,6045	4,4040	4,7170	4,1436	4,2312	30,1769
18:00	3,8637	3,9792	3,2102	4,6177	2,3598	3,9071	3,9024	25,8402
20:00	3,0270	3,1855	3,3558	2,3635	1,7272	3,6570	3,6975	21,0135
Suma	41,9318	46,6694	33,6493	32,4455	37,9419	39,3296	37,4943	
Prom m3/h	2,9951	3,3335	2,4035	2,3175	2,7101	2,8093	2,6782	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Consumo total de micromedición en m³ de la semana del 22 al 28 de enero de 2013**

HORA	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUEV	suma
06:00	11,4000	16,3244	3,4029	3,6868	4,2952	4,4254	3,2227	46,7573
08:00	4,5861	2,9946	4,6689	4,6082	4,7994	3,8248	4,5000	29,9820
10:00	9,1847	4,9120	6,3633	6,4133	6,4093	7,8878	6,3254	47,4959
12:00	5,4000	6,5457	7,1710	4,9462	8,0125	5,5622	5,3816	43,0194
14:00	5,2971	5,0727	3,2249	6,5027	5,1738	5,4953	4,8020	35,5685
16:00	4,7994	3,9196	3,5625	4,6192	5,4372	6,5855	2,9784	31,9019
18:00	4,5868	4,0664	3,7979	5,2614	5,0558	4,5648	4,4099	31,7430
20:00	2,7247	1,8063	1,9872	2,3488	25,3179	2,6386	2,8865	39,7099
Suma	47,9788	45,6418	34,1786	38,3866	64,5011	40,9843	34,5066	
Prom m3/h	3,4271	3,2601	2,4413	2,7419	4,6072	2,9275	2,4648	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Consumo total de micromedición en m³ durante el periodo de investigación**

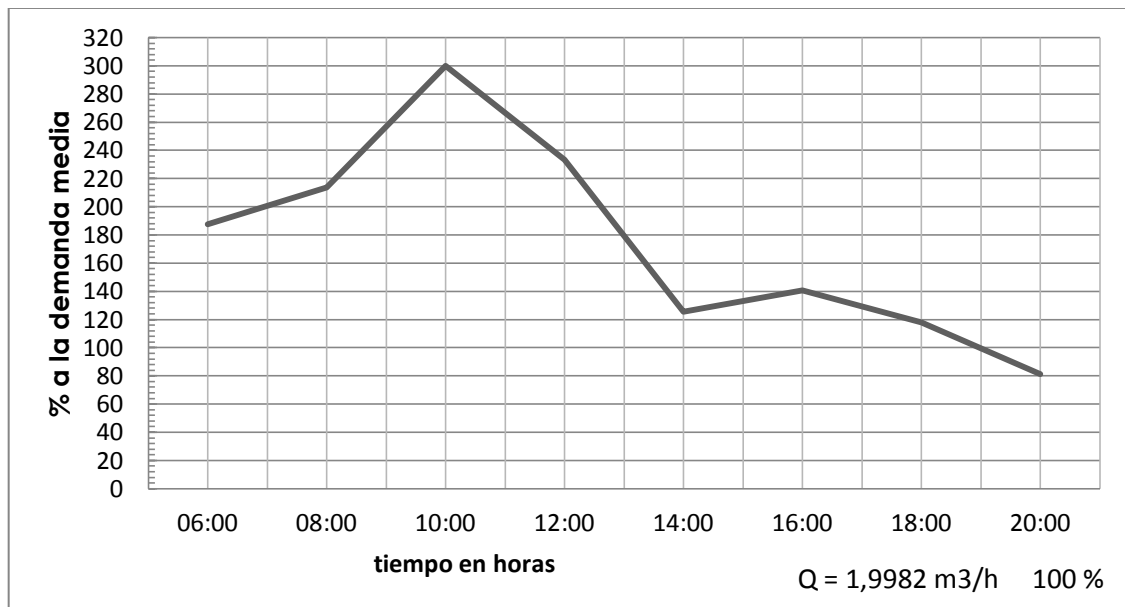
HORA	m ³
06:00	569,0614
08:00	486,7598
10:00	541,6071
12:00	561,8605
14:00	518,4881
16:00	462,1011
18:00	408,3724
20:00	333,0442
Suma	3881,2945
Prom m3/h	277,2353
PROMEDIO (M3/día)	35,6745

Fuente: elaboración propia.

B. GRAFICAS DE VARIACIONES HORARIAS Y DIARIAS EN EL CONSUMO

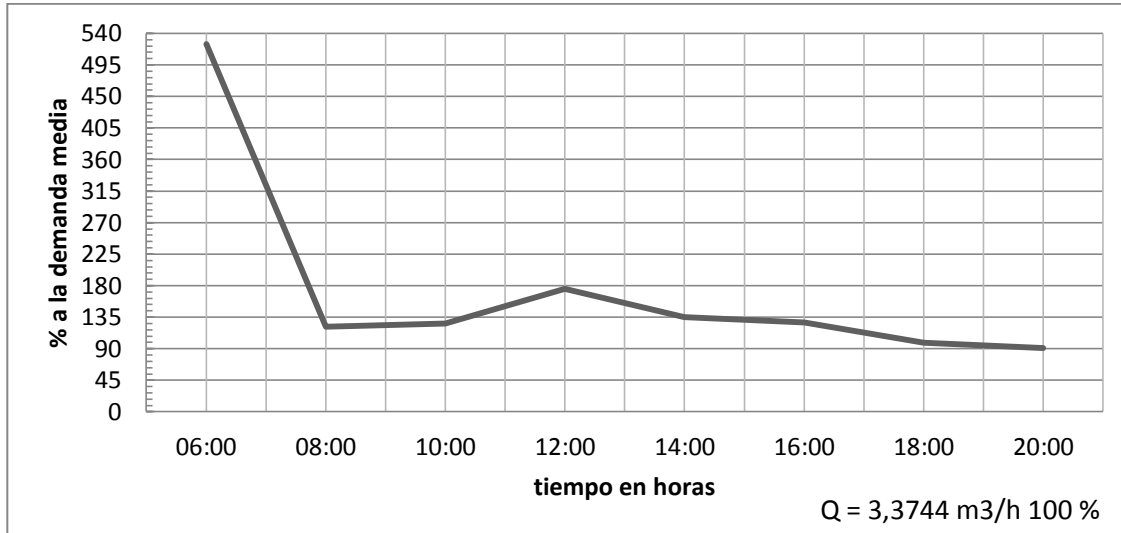
Gráficas de la demanda promedio de los días lunes a domingo, en los meses de investigación.

Figura 1. Promedio de los lunes de diciembre de 2012



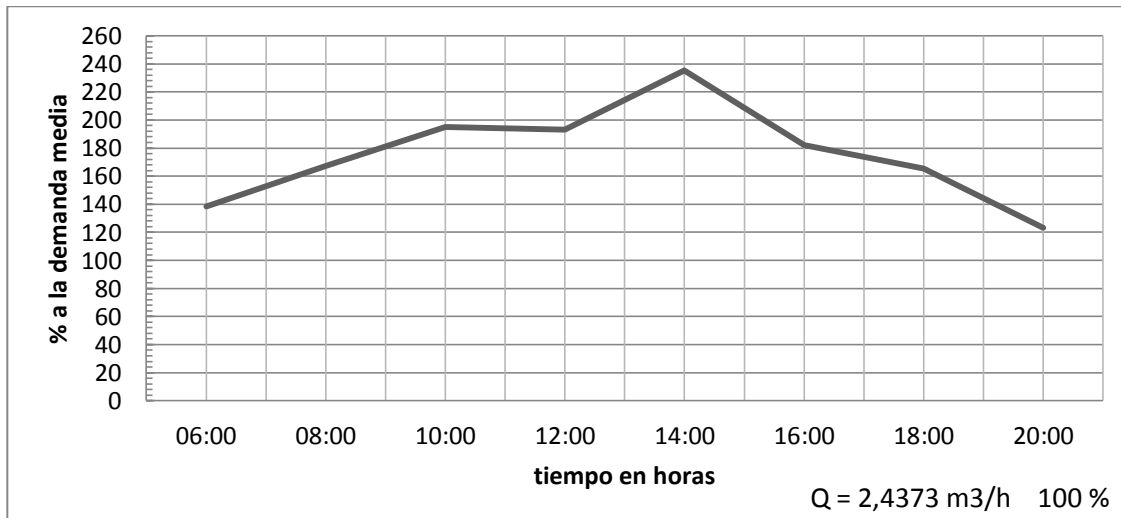
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Promedio de los lunes de enero de 2013



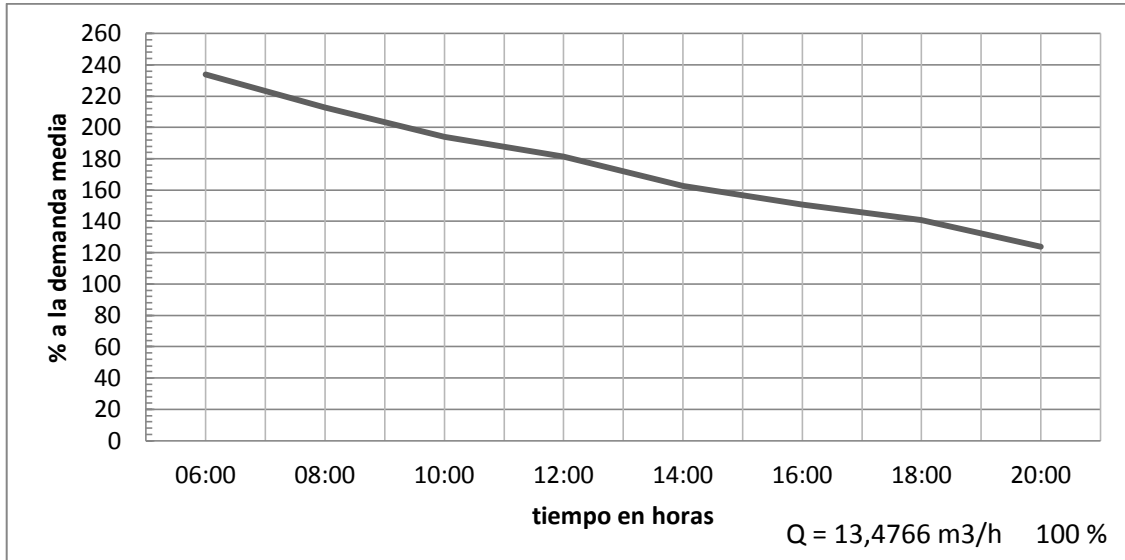
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Promedio de los lunes de febrero de 2013



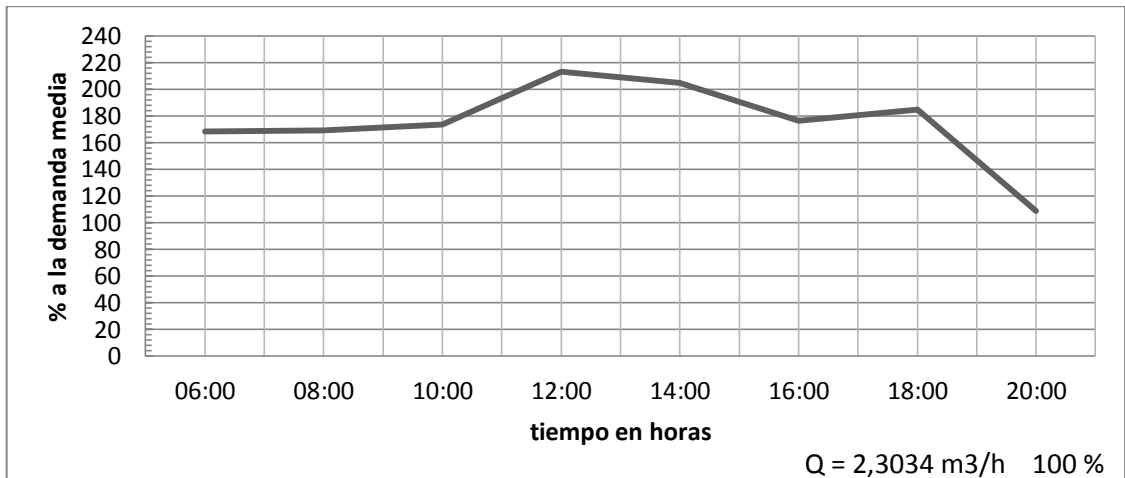
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Promedio de los martes de diciembre de 2012



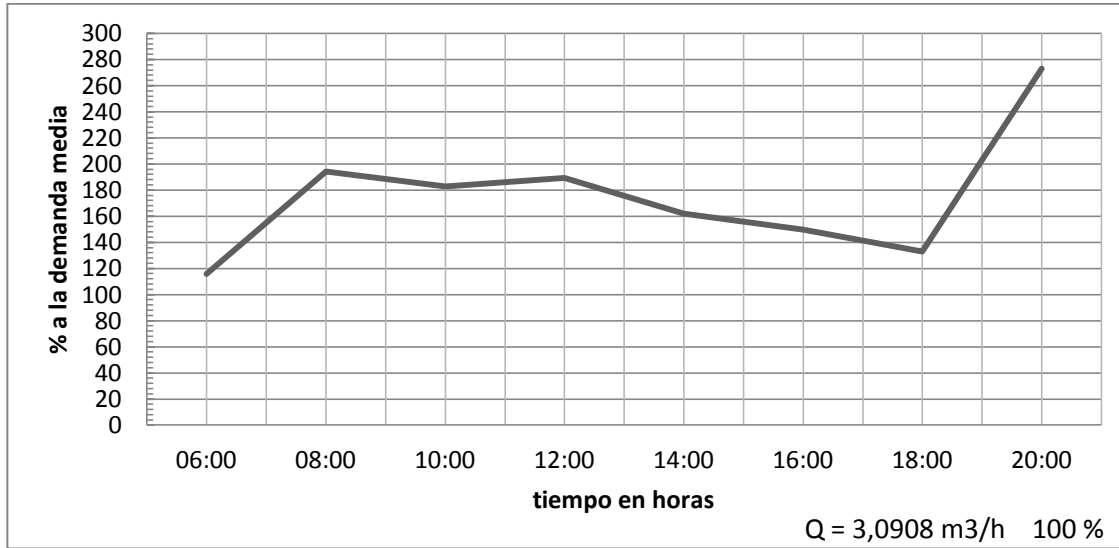
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Promedio de los martes de enero de 2013



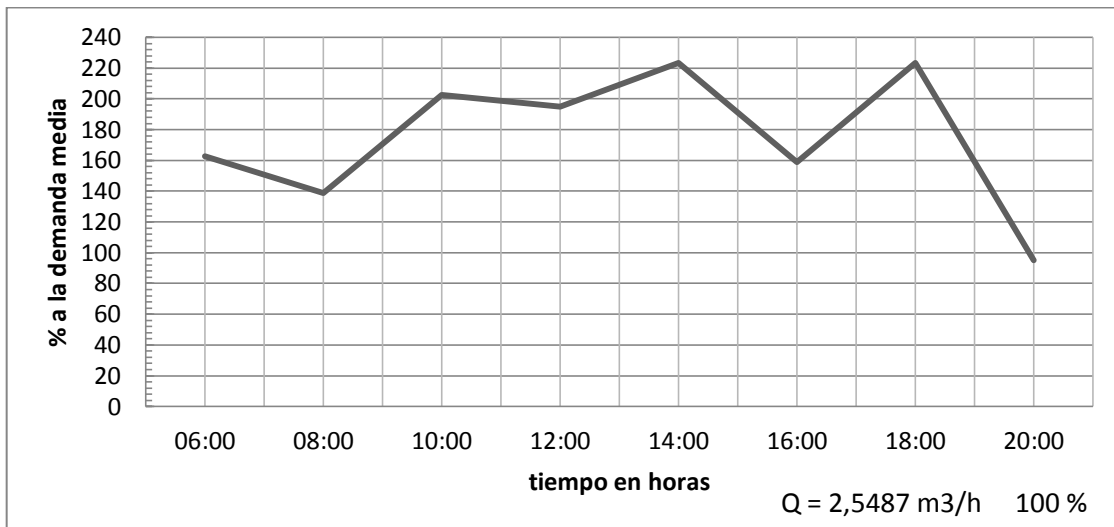
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Promedio de los martes de febrero de 2013



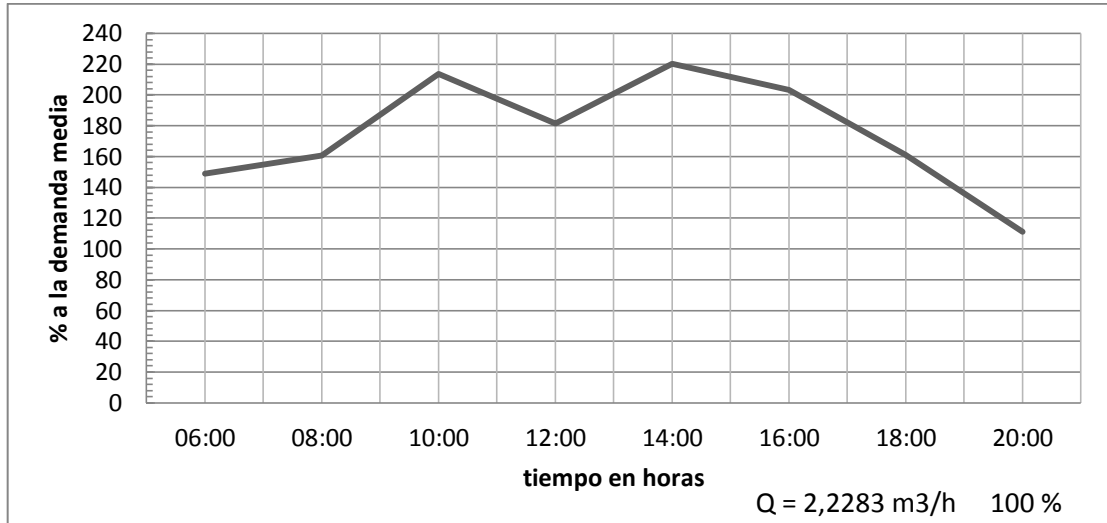
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Promedio de los miércoles de diciembre de 2012



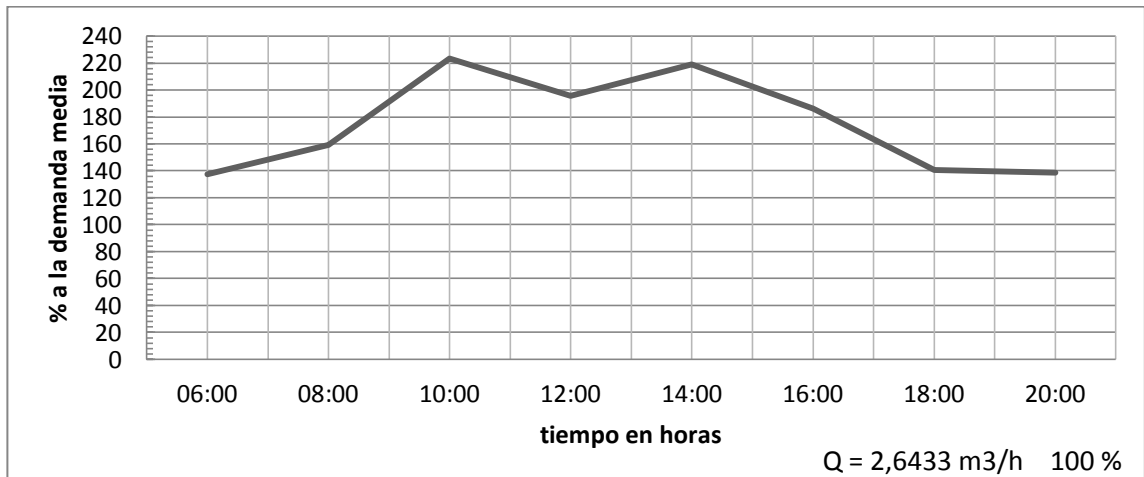
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Promedio de los miércoles de enero de 2013



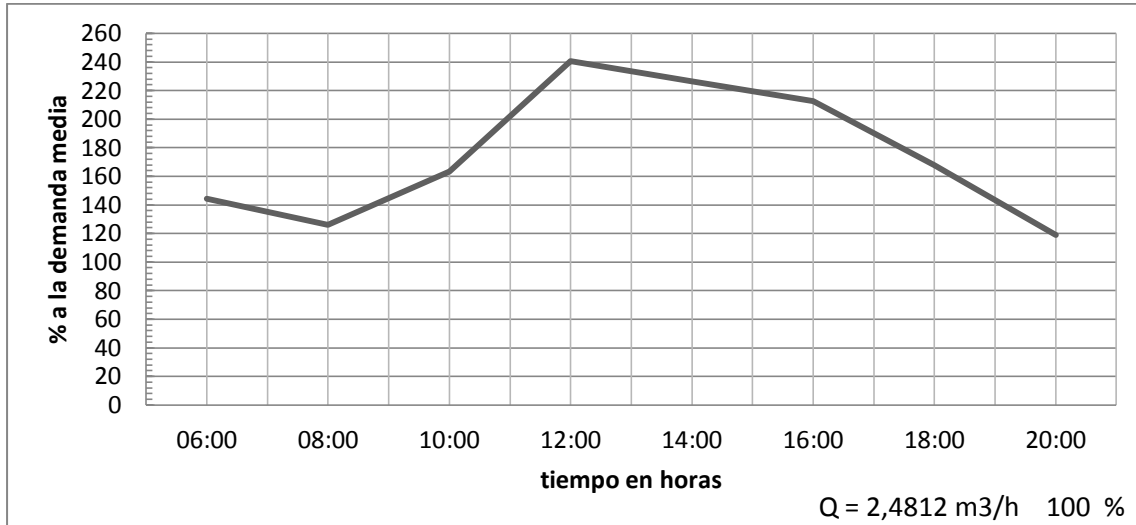
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Promedio de los miércoles de febrero de 2013



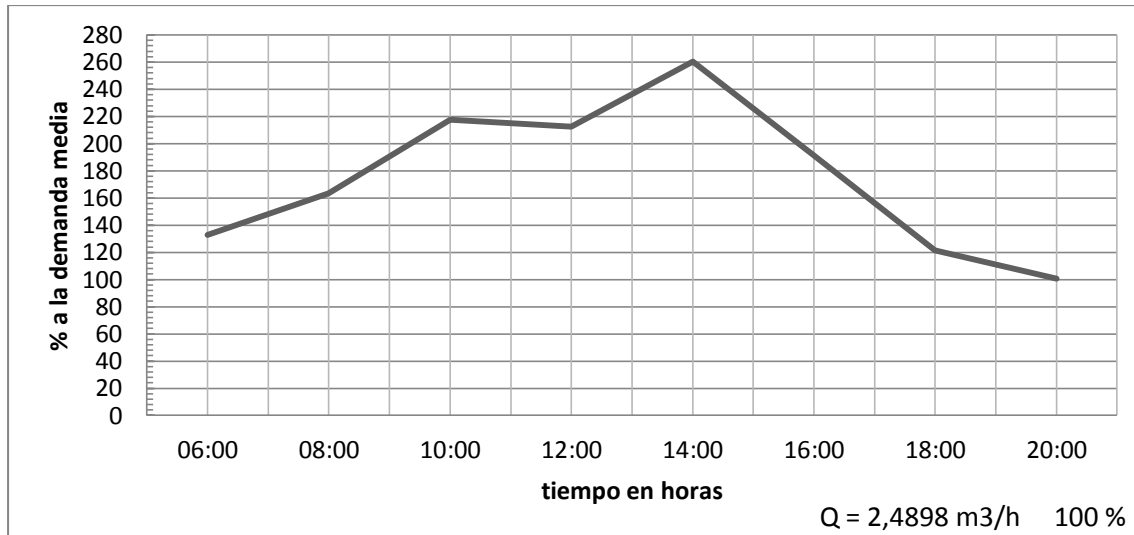
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Promedio de los jueves de diciembre de 2012



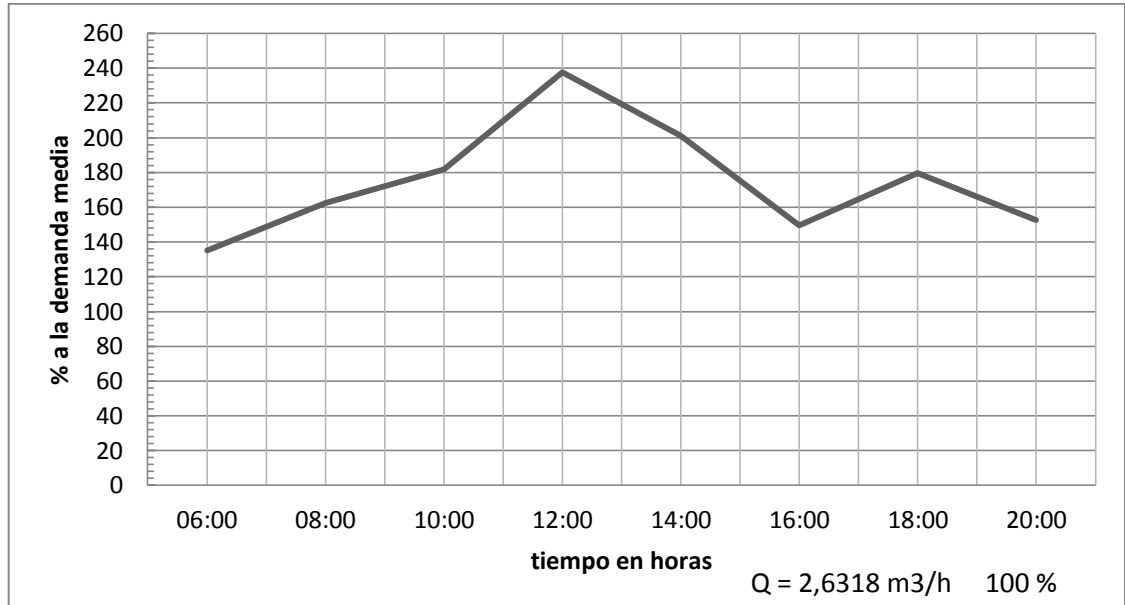
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Promedio de los jueves de enero de 2013



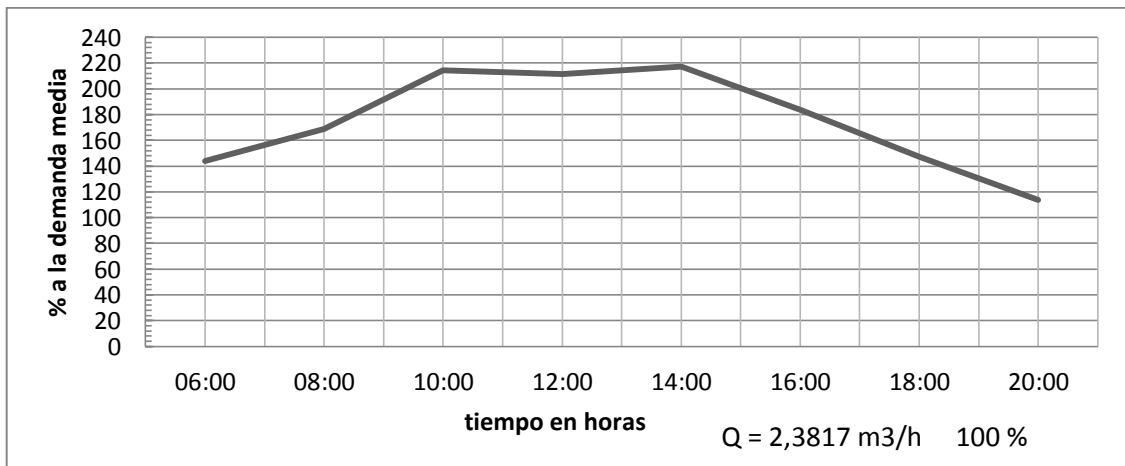
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Promedio de los jueves de febrero de 2013



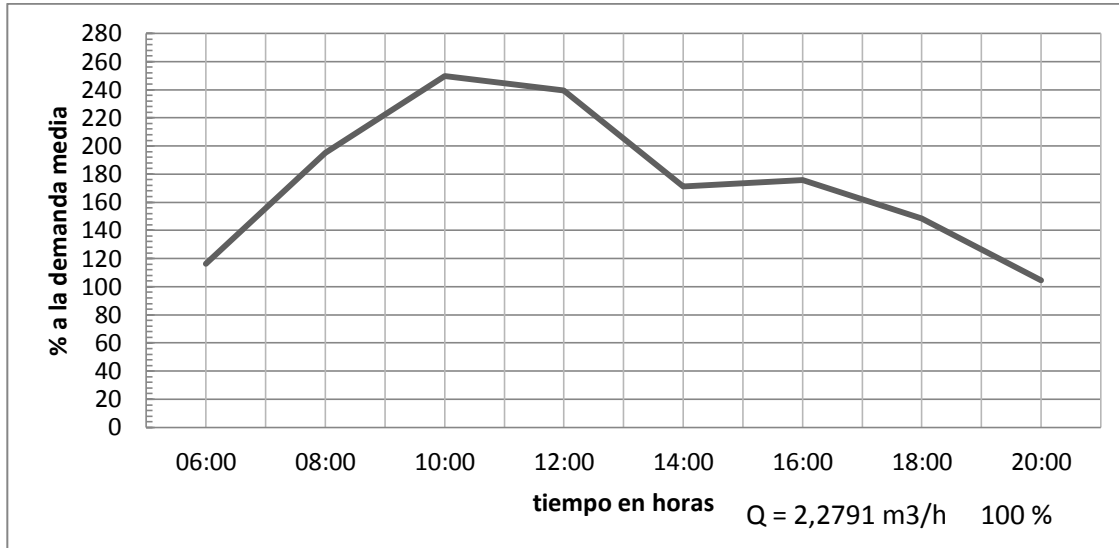
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Promedio de los viernes diciembre de 2012



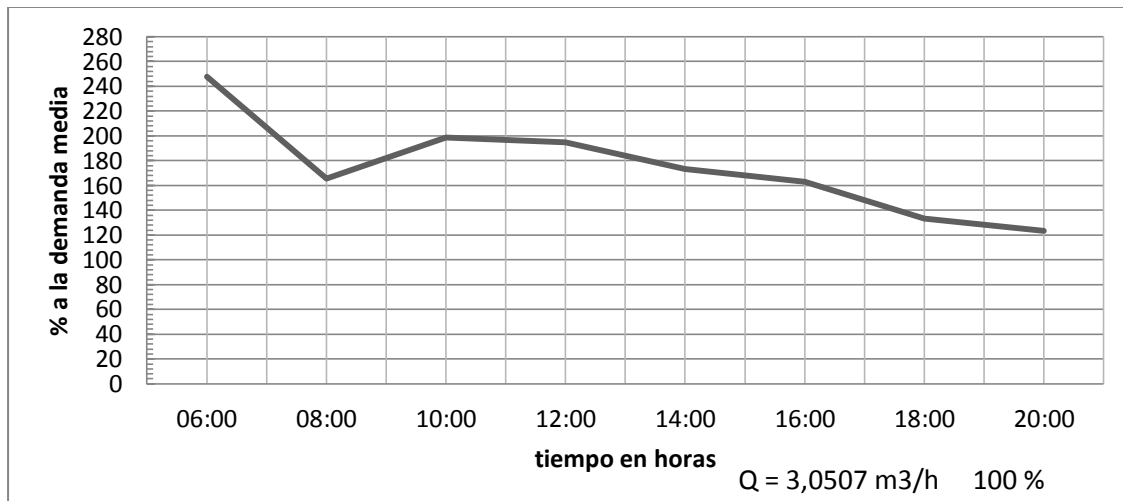
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Promedio de los viernes de enero de 2013



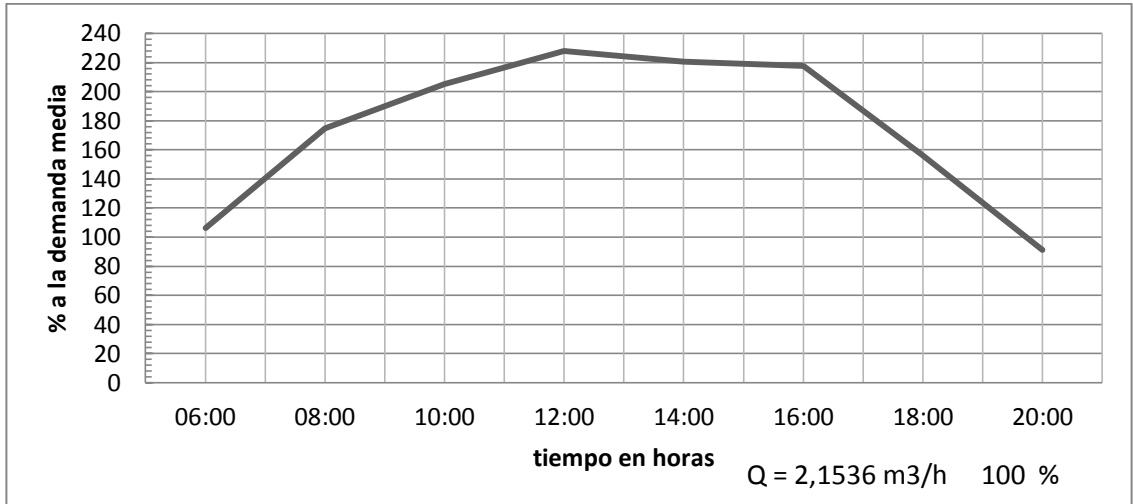
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Promedio de los viernes de febrero de 2013



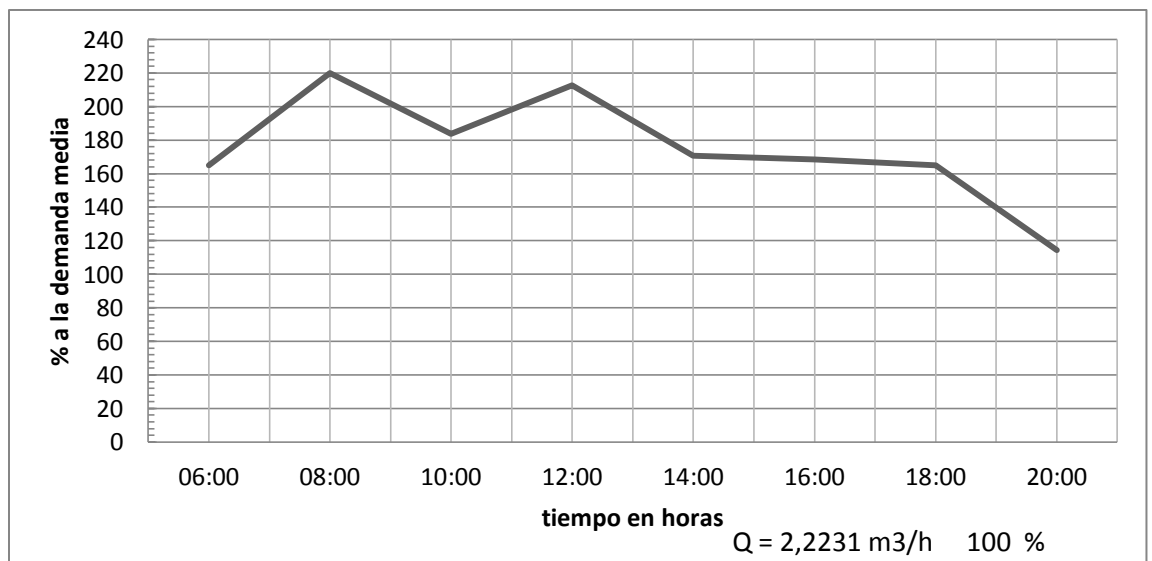
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Promedio de los sábados de diciembre de 2013



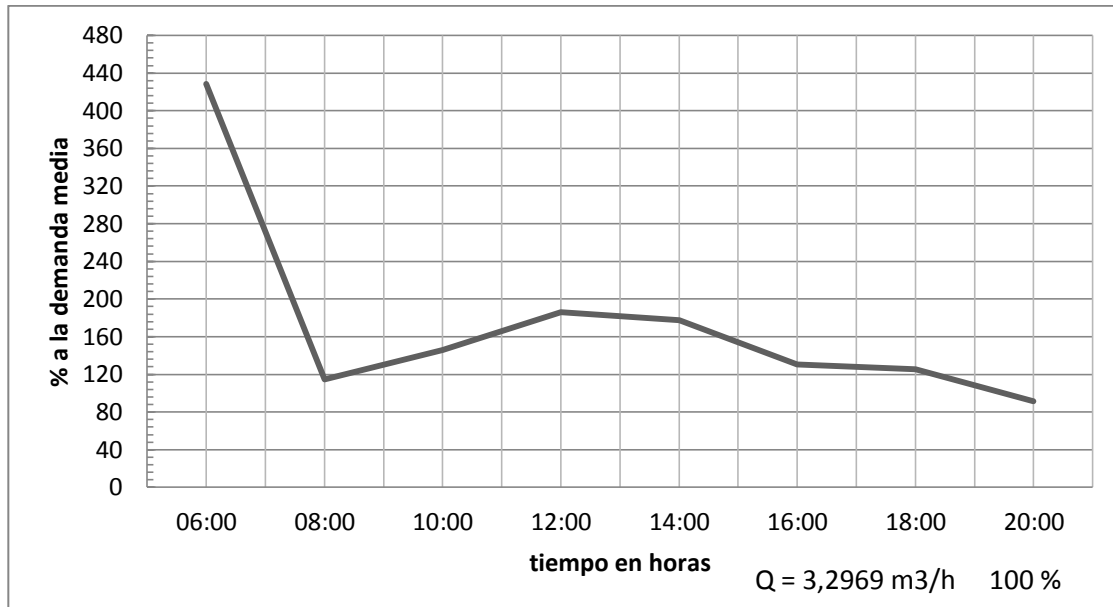
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Promedio de los sábados de enero de 2013



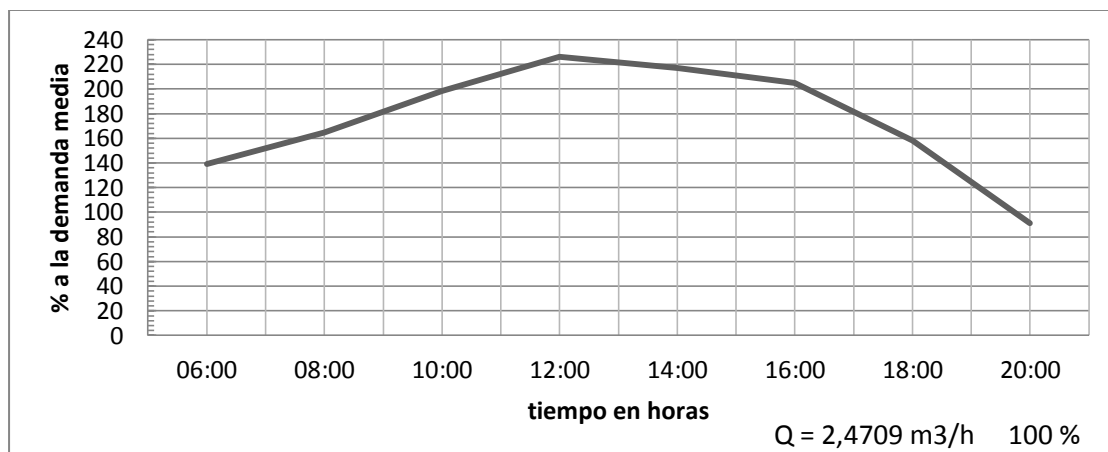
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Promedio de los sábados de febrero de 2013



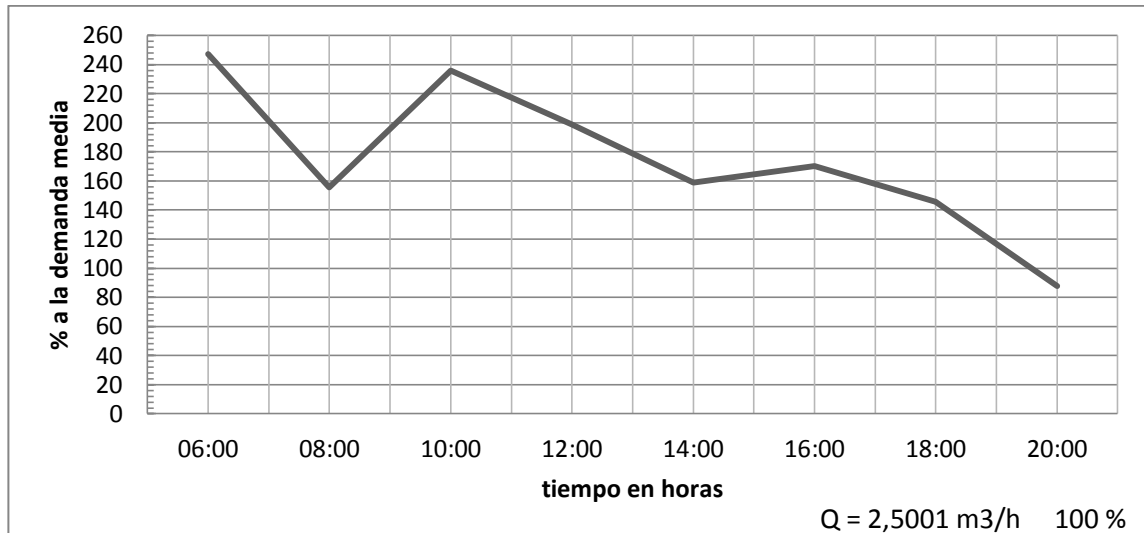
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Promedio de los domingo de diciembre de 2013



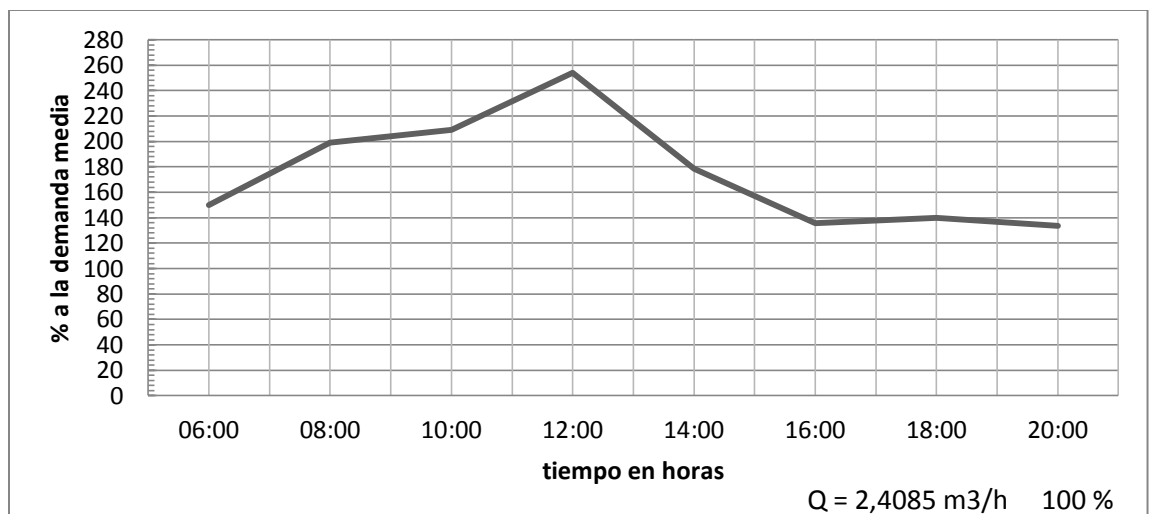
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Promedio de los domingo de enero de 2013



Fuente: elaboración propia.

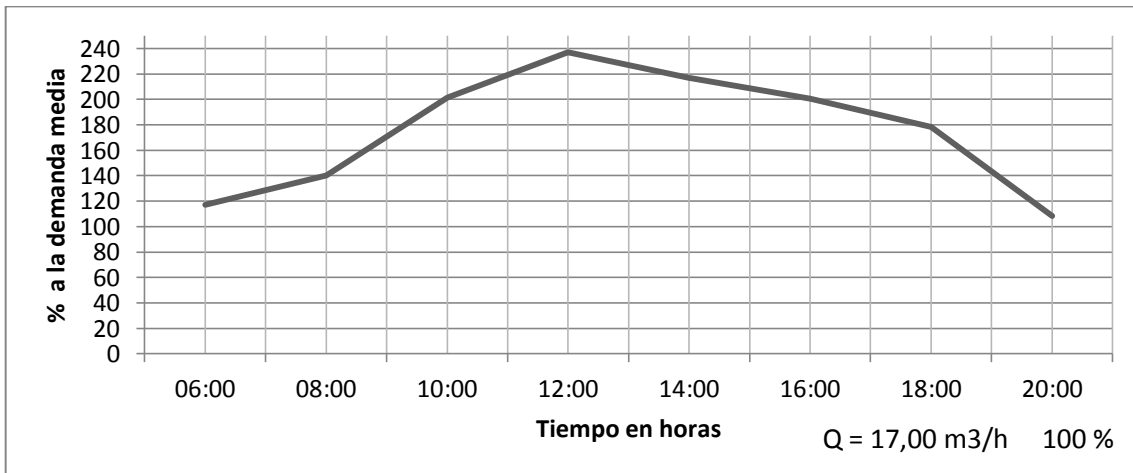
Figura 21. Promedio de los domingo de febrero de 2013



Fuente: elaboración propia.

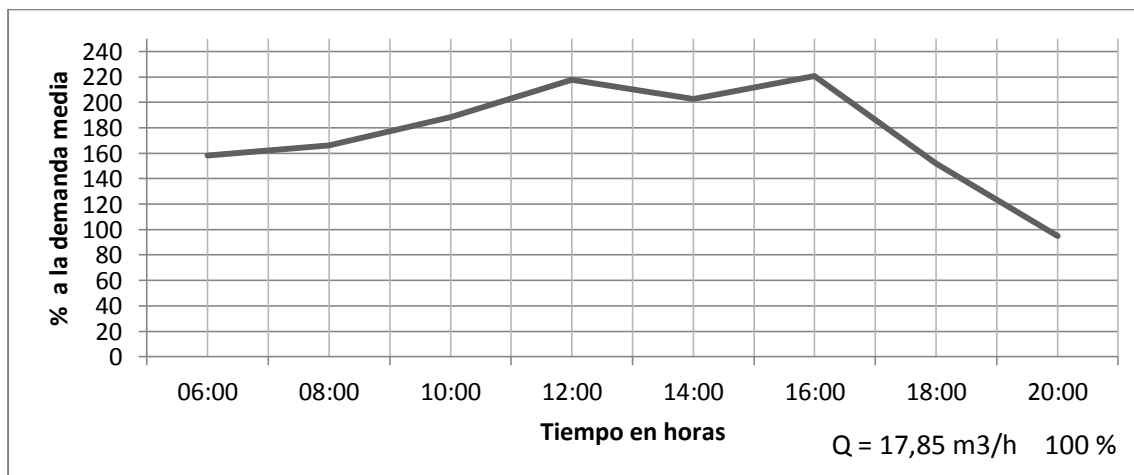
Gráficas de la demanda promedio semanal durante los meses de investigación.

Figura 22. **Promedio en la semana del 1 al 7 de diciembre de 2012**



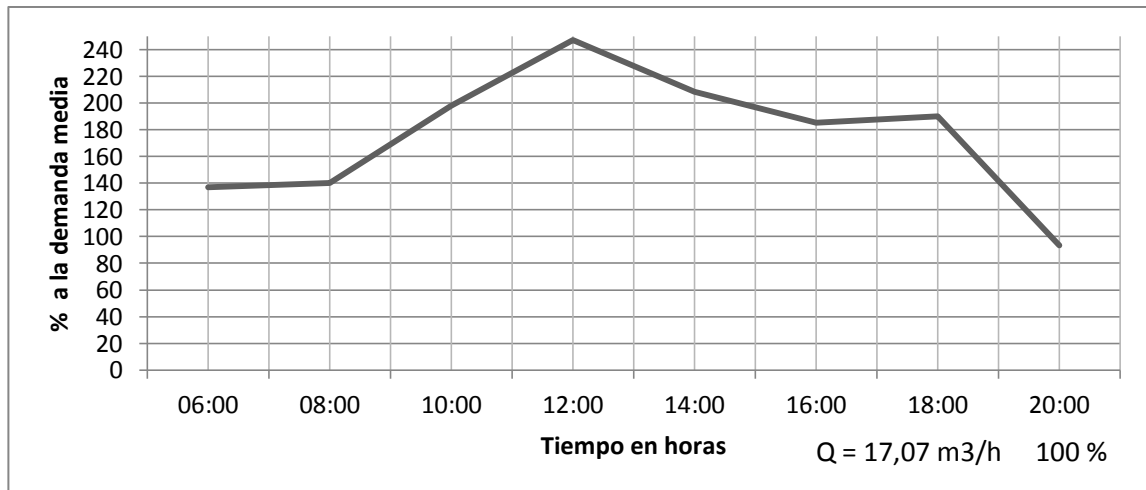
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Promedio en la semana del 8 al 14 de diciembre de 2012**



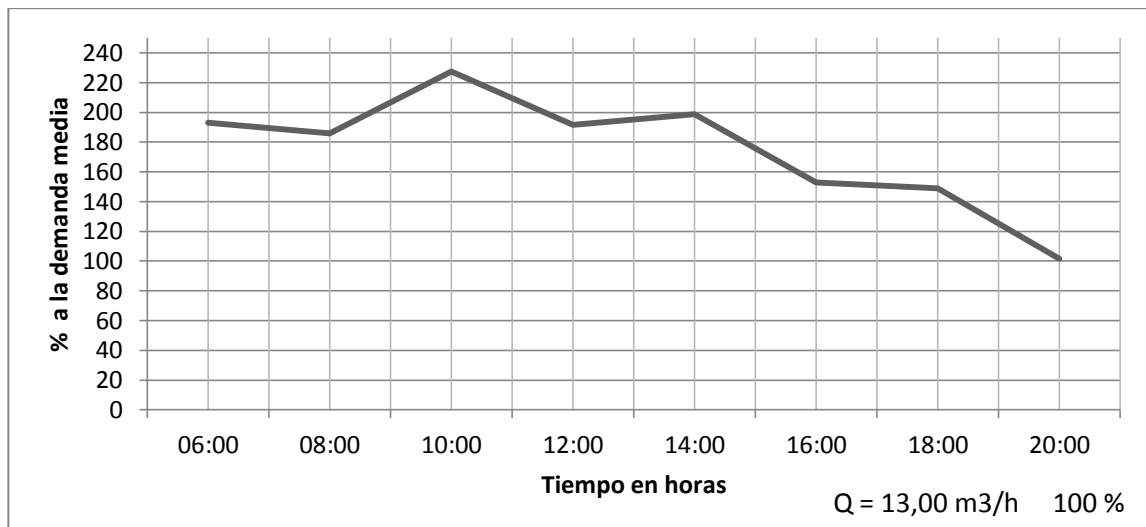
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Promedio en la semana del 15 al 21 de diciembre de 2012



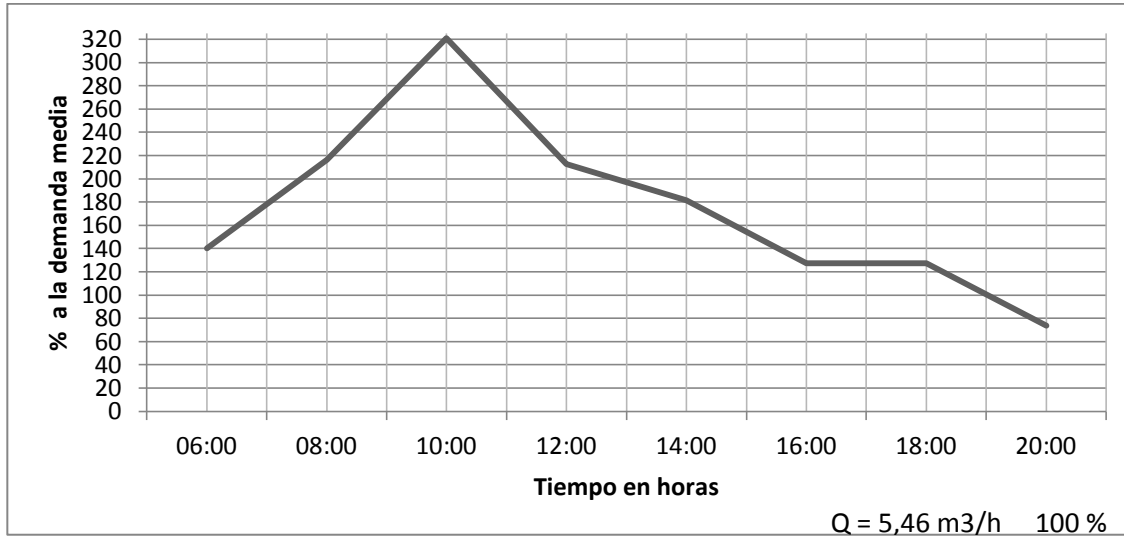
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Promedio en la semana del 22 al 28 de diciembre de 2012



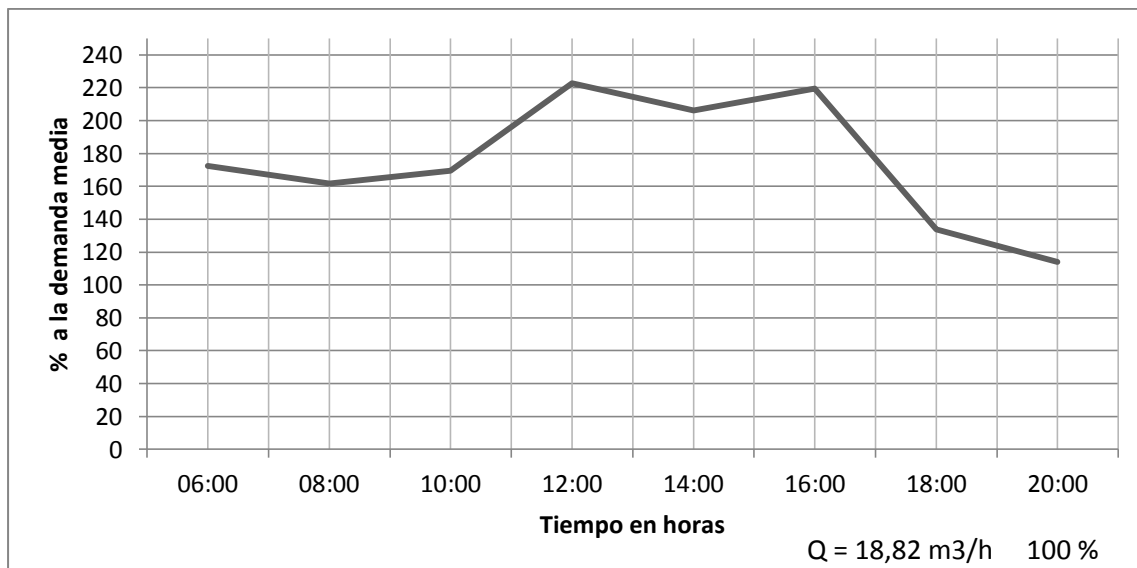
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Promedio en la semana del 29 al 31 de diciembre de 2012



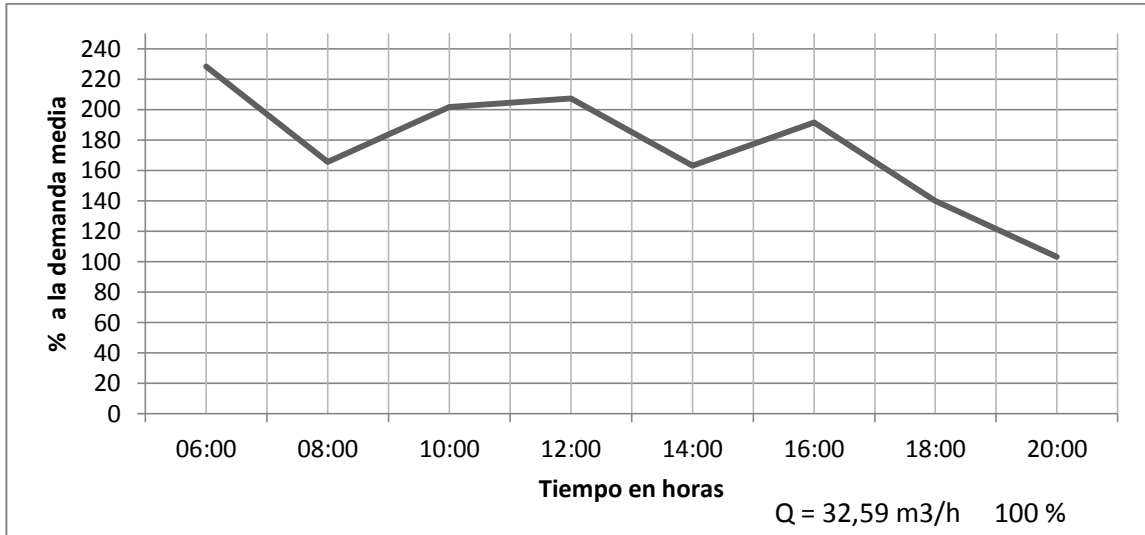
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Promedio en la semana del 1 al 7 de enero de 2013



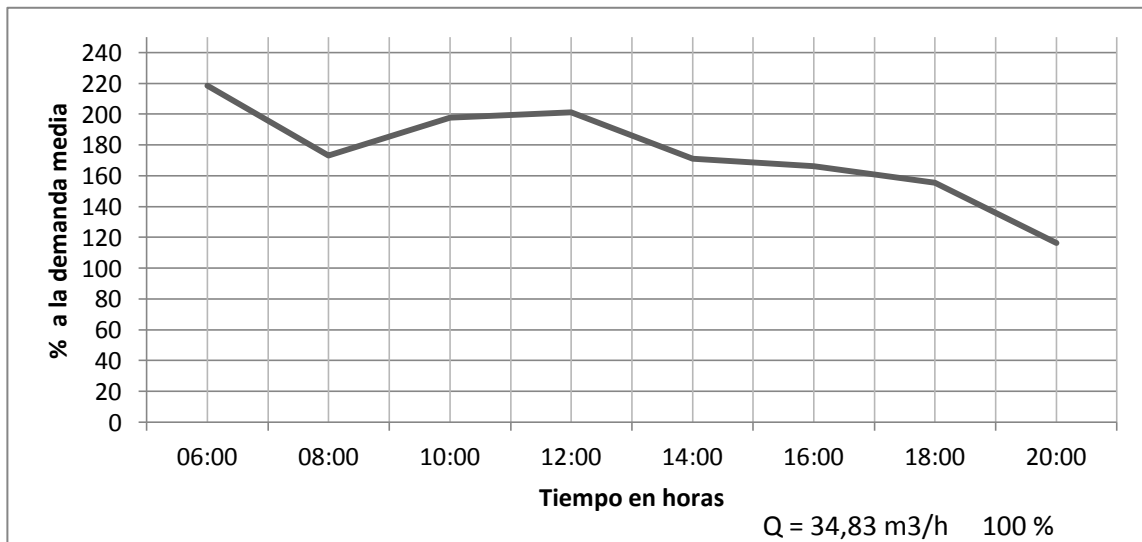
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Promedio en la semana del 8 al 14 de enero de 2013



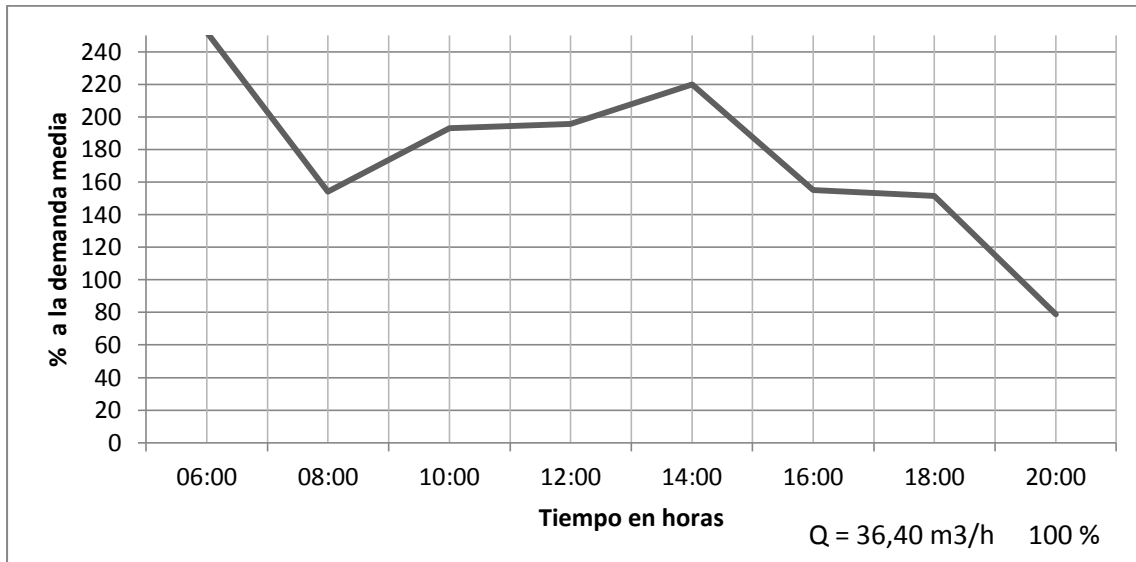
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Promedio en la semana del 15 al 21 de enero de 2013



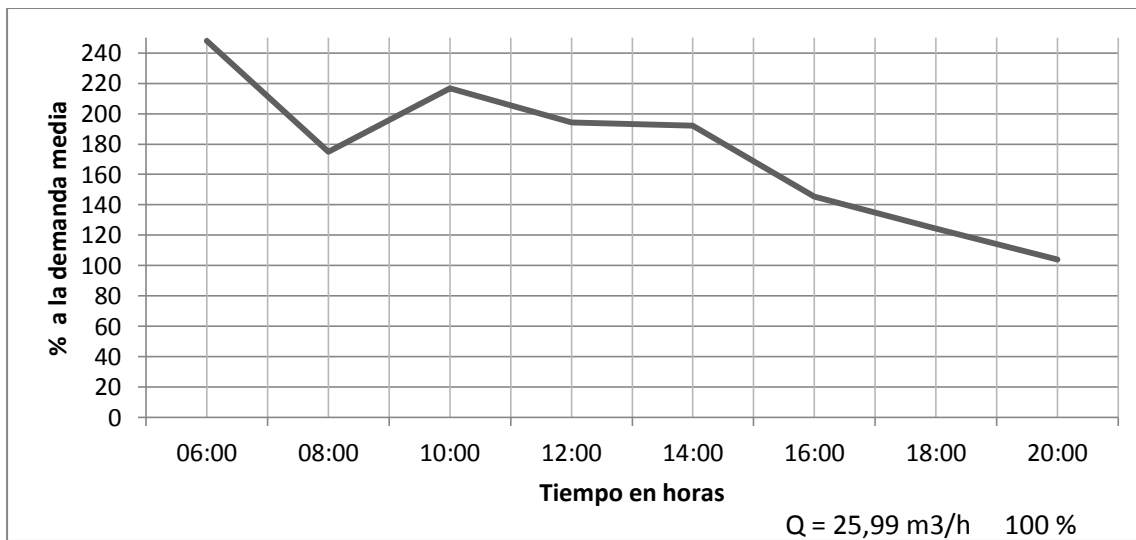
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Promedio en la semana del 22 al 28 de enero de 2013



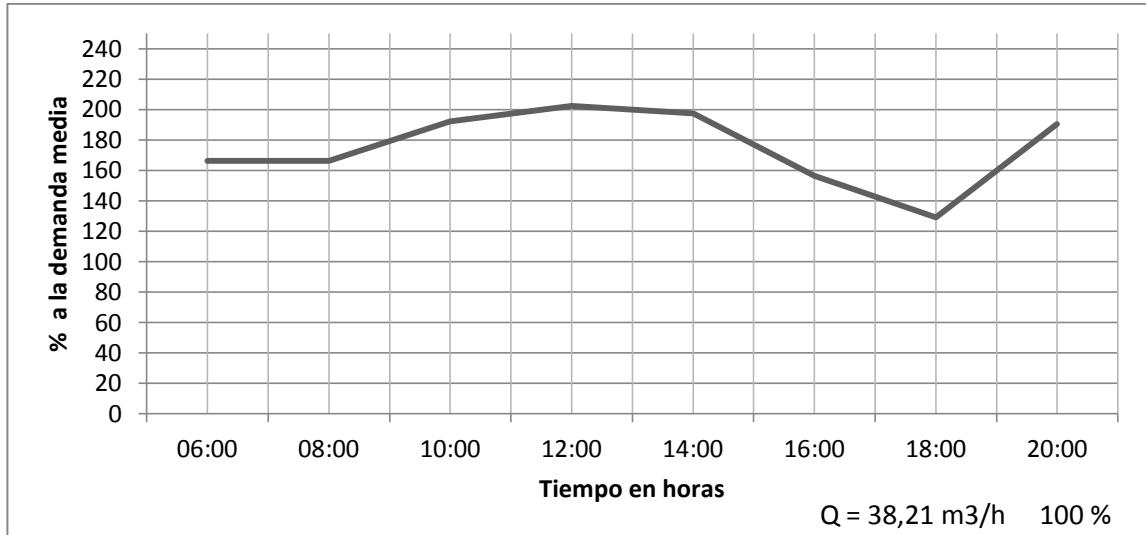
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Promedio en la semana del 29 al 31 de enero de 2013



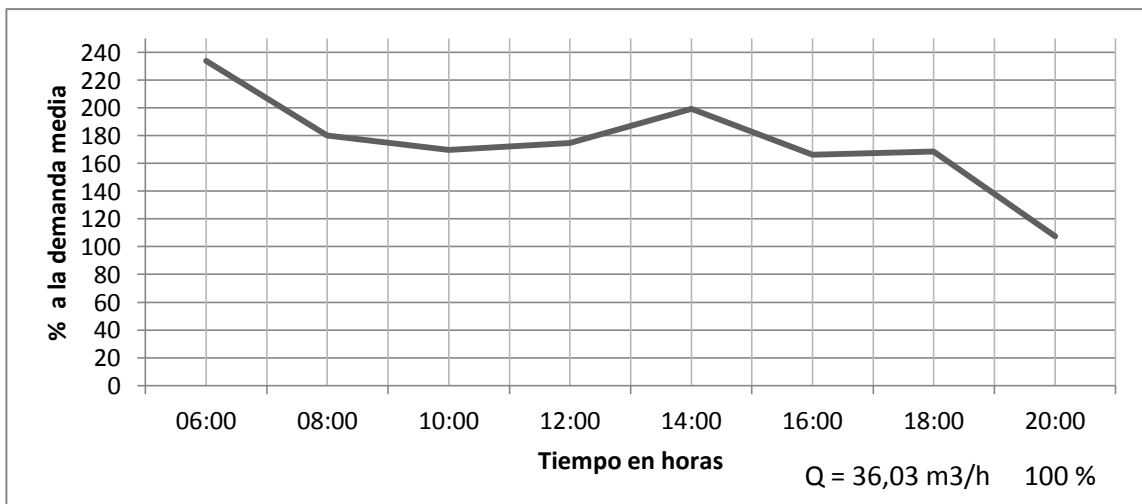
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Promedio en la semana del 1 al 7 de febrero de 2013



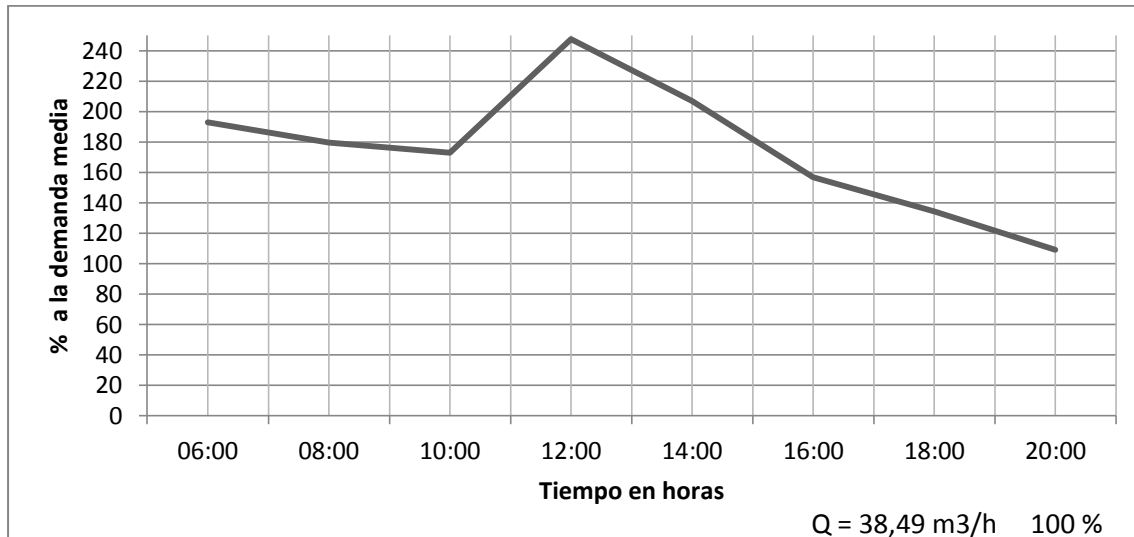
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Promedio en la semana del 8 al 14 de febrero de 2013



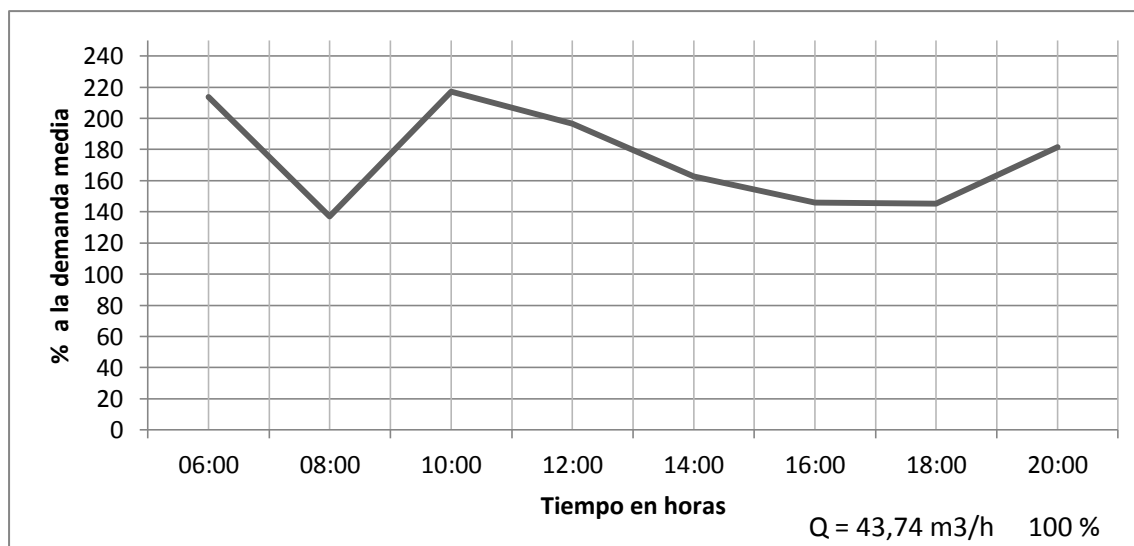
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Promedio en la semana del 15 al 21 de febrero de 2013



Fuente: elaboración propia.

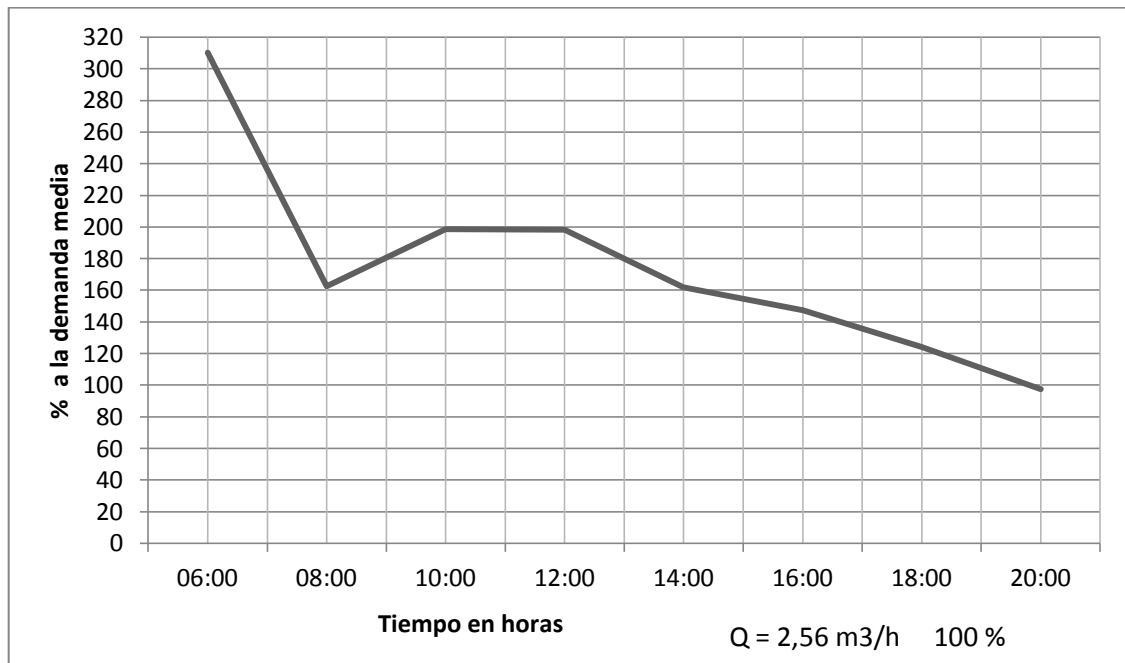
Figura 35. Promedio en la semana del 22 al 28 de febrero de 2013



Fuente: elaboración propia.

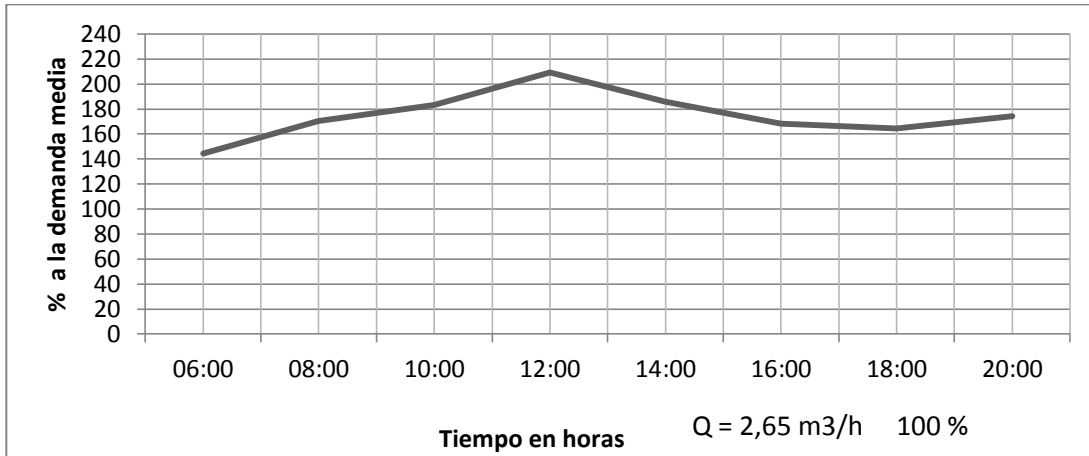
Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, durante el período de investigación.

Figura 36. **Promedio de la demanda de los lunes durante el periodo de investigación**



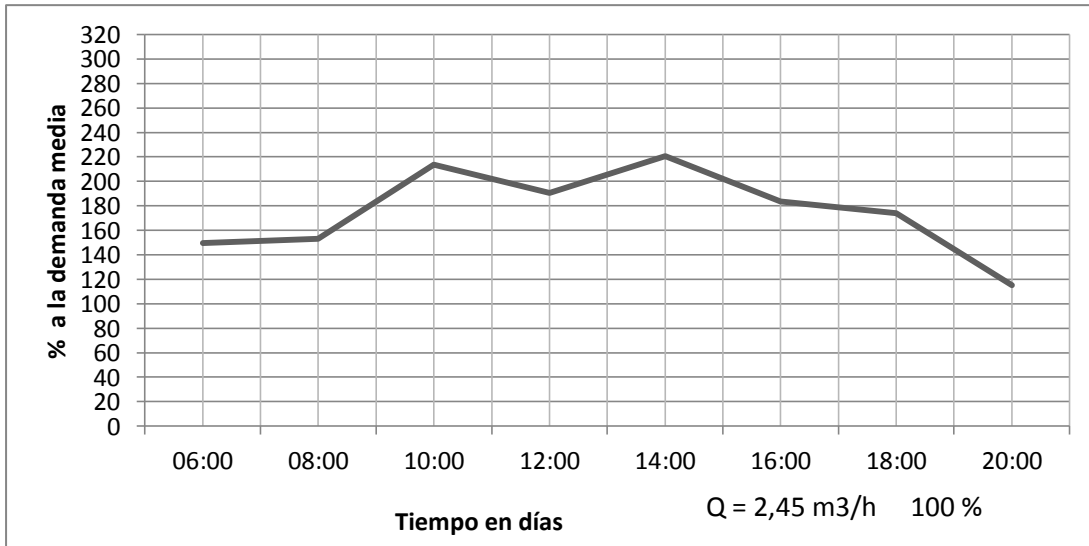
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Promedio de la demanda de los martes durante el periodo de investigación



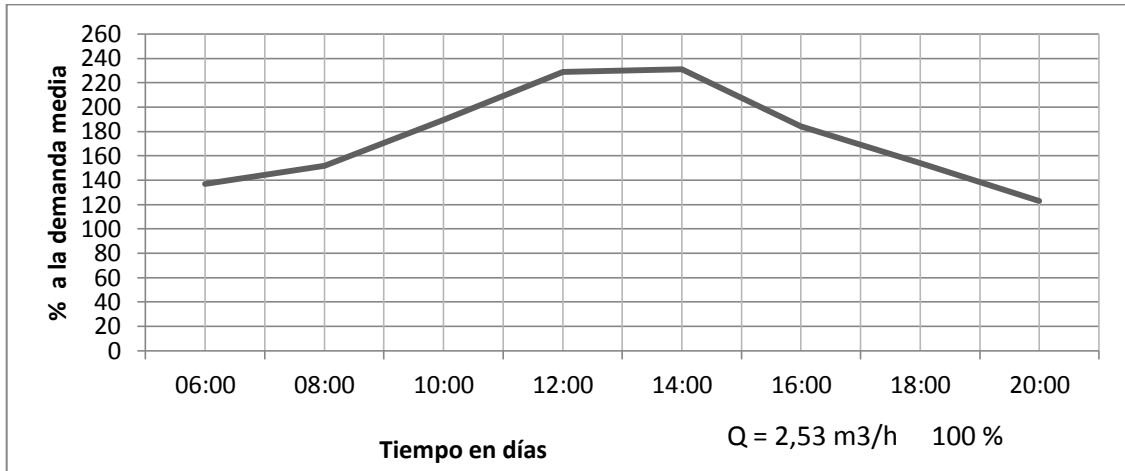
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Promedio de la demanda de los miércoles durante el periodo de investigación



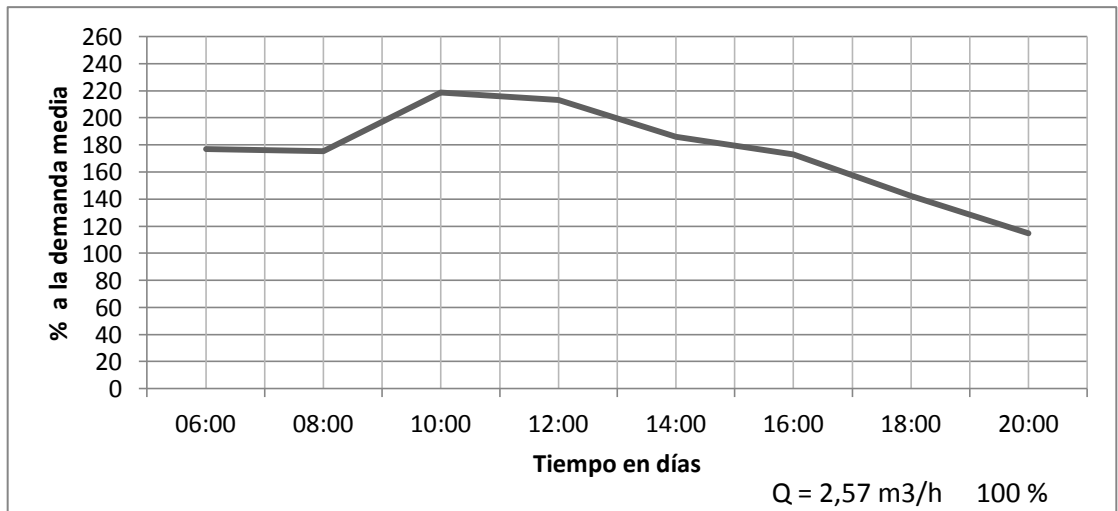
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Promedio de la demanda de los jueves durante el periodo de investigación



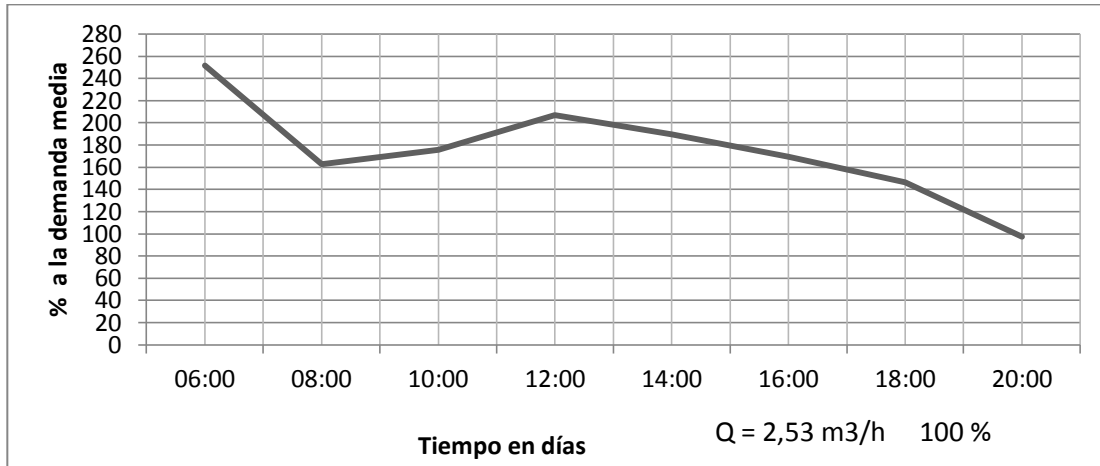
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Promedio de la demanda de los viernes durante el periodo de investigación



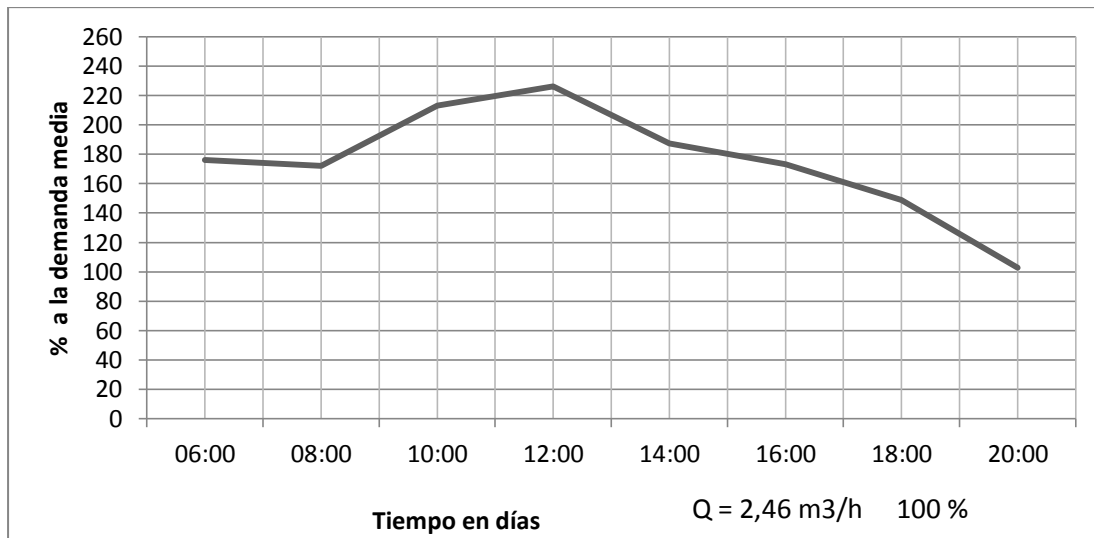
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Promedio de la demanda de los sábados durante el periodo de investigación**



Fuente: elaboración propia.

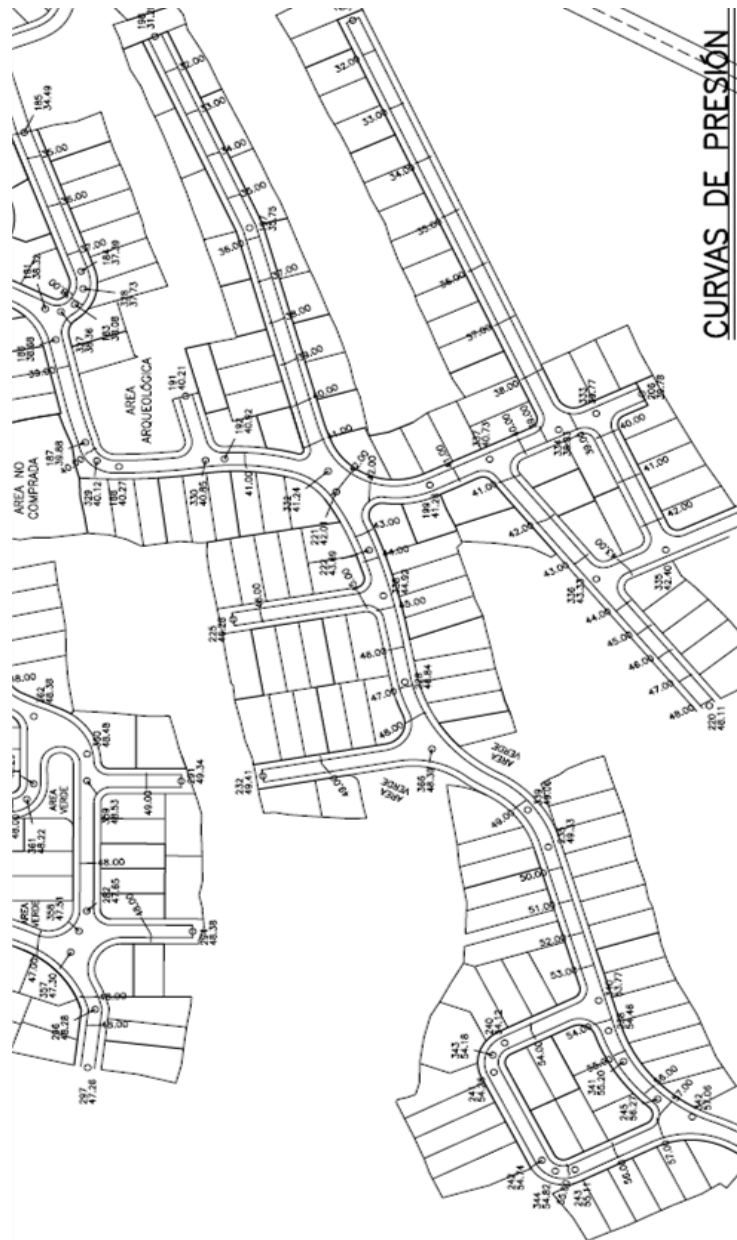
Figura 42. **Promedio de la demanda de los domingos durante el periodo de investigación**



Fuente: elaboración propia.

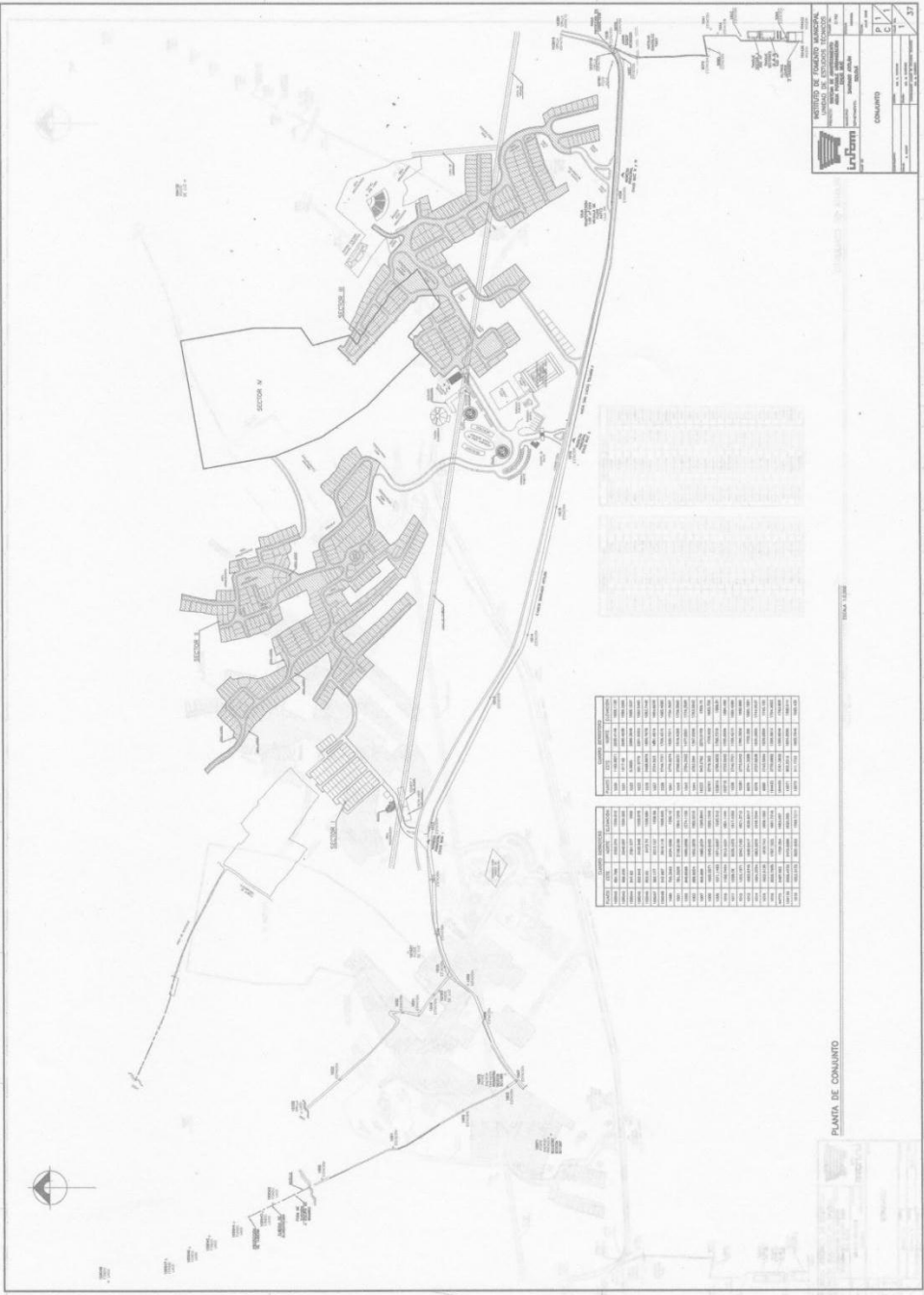
ANEXOS

Figura 1. Curvas de presión, sector II Chuc Muc, Santiago Atitlán



Fuente: programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

Figura 2. **Plano inicial del proyecto de abastecimiento de agua potable, Chuc Muc Santiago Atitlán**



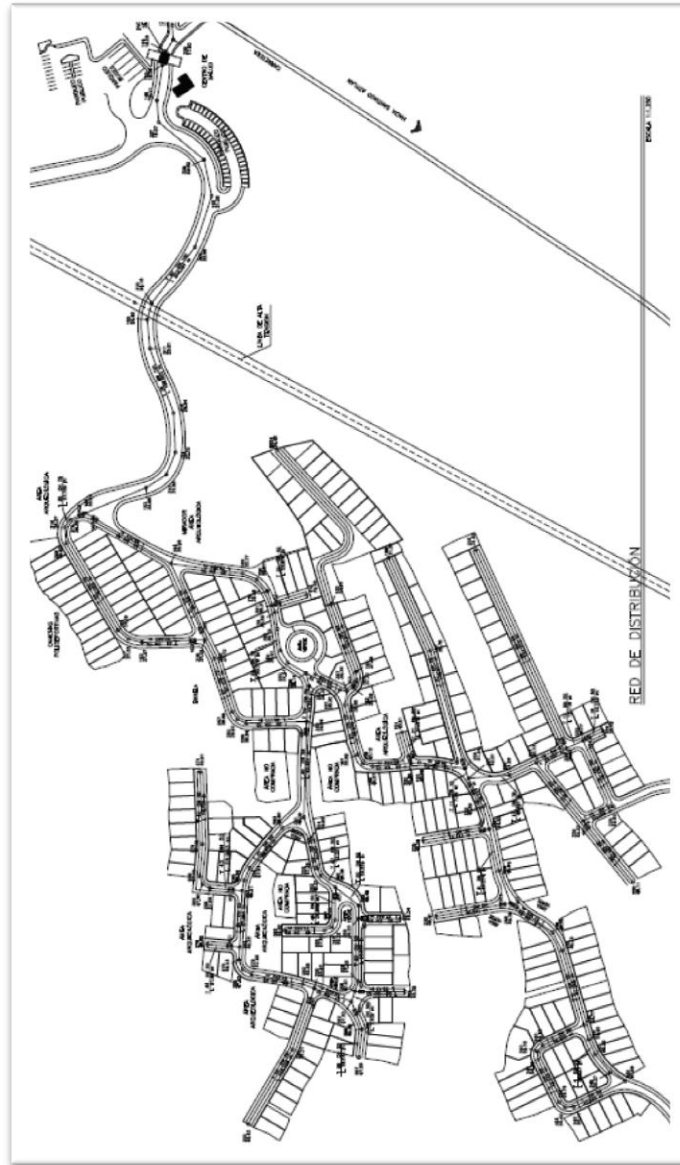
Fuente: Programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

Figura 3. **Plano final del proyecto de abastecimiento de agua potable, Chuc Muc Santiago Atitlán**



Fuente: Programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural

Figura 4. Red de distribución del sector II, Chuc Muc Santiago Atilán



Fuente: Programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

Tabla I. Pronóstico de demanda de agua potable, Chuc Muc Santiago Atitlán

PRONÓSTICO DE DEMANDA DE AGUA POTABLE													
ADSCRIBICIÓN		NUEVO PANABAU		MUNICIPIO		SANTIAAGO ATITLÁN		DEPARTAMENTO		SOLOLA			
POBLACION		8016 AÑO		2007 TASA CREC. POB. %		3		PERIODO DE DISEÑO		21 AÑOS			
DOTACION		POBLACION SERVIDA DIRECTAMENTE:		180 DOTACION NO SERVIDOS		40		FECHA DE DISEÑO		28/04/2007			
No.	AÑO	POBLACION TOTAL	% POBLACION SERVIDA DIRECTAMENTE	CONSUMO DOMESTICO	CONSUMO COMERCIAL	CONSUMO INDUSTRIAL	CONSUMO OFICIAL	PERDIDAS Y FUGAS	CAUDAL MEDIO	CAUDAL MÁXIMO	CAUDAL MÁXIMO HORAS	% ALMACENAMIENTO	CLORACION
				lit	lit	lit	lit	lit	lit	lit	lit	lit	lit
1	2007	8016	85	6.39	0.06	0	0.17	0.54	8.45	14.22	16.92	409.82	3.61
2	2008	8164	85	6.44	0.08	0	0.17	0.56	8.76	14.69	18.83	421.80	3.72
3	2009	8321	85	6.50	0.08	0	0.16	0.58	9.06	15.09	20.11	434.46	3.83
4	2010	8481	87	6.51	0.09	0	0.18	0.63	9.33	15.77	21.03	454.31	4.00
5	2011	8644	87	6.59	0.10	0	0.18	0.66	9.63	16.29	21.99	467.83	4.12
6	2012	8819	87	6.67	0.10	0	0.20	0.69	9.91	16.74	22.31	481.87	4.26
7	2013	8998	87	6.75	0.10	0	0.21	0.71	10.19	17.22	22.50	497.62	4.37
8	2014	9169	100	10.71	0.11	0	0.21	1.07	12.10	18.18	24.20	532.53	4.61
9	2015	9344	100	11.03	0.11	0	0.22	1.10	12.47	18.70	24.83	558.81	4.76
10	2016	9524	100	11.36	0.11	0	0.23	1.14	12.84	19.24	25.45	584.67	4.89
11	2017	9711	100	11.70	0.12	0	0.23	1.17	13.22	19.84	26.45	611.31	5.04
12	2018	9903	100	12.05	0.12	0	0.24	1.21	13.62	20.45	27.21	638.45	5.18
13	2019	10100	100	12.42	0.12	0	0.25	1.24	14.03	21.08	28.04	666.10	5.34
14	2020	10302	100	12.79	0.13	0	0.26	1.28	14.45	21.69	28.80	694.26	5.50
15	2021	10507	100	13.17	0.13	0	0.26	1.32	14.88	22.33	29.77	723.01	5.67
16	2022	10715	100	13.57	0.14	0	0.27	1.35	15.32	23.00	30.64	752.32	5.84
17	2023	10926	100	13.97	0.14	0	0.28	1.40	15.78	23.69	31.50	782.17	6.01
18	2024	11139	100	14.39	0.14	0	0.29	1.44	16.26	24.40	32.33	812.44	6.18
19	2025	11354	100	14.83	0.15	0	0.30	1.48	16.76	25.13	33.21	843.17	6.35
20	2026	11581	100	15.27	0.15	0	0.31	1.53	17.28	25.85	34.11	874.43	6.52
21	2027	11810	100	15.73	0.15	0	0.31	1.57	17.81	26.60	35.03	906.18	6.70
22	2028	12041	100	16.20	0.16	0	0.32	1.62	18.35	27.46	36.01	938.43	6.87

Fuente: Programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

