



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

**FASE II DE LA 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**

**Gabriel Enrique Pérez Chilel**

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FASE II DE LA 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

**GABRIEL ENRIQUE PÉREZ CHILEL**

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos    |
| VOCAL I    | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II   | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV   | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos    |
| VOCAL V    | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz       |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |   |
|------------|---|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos            |
| EXAMINADOR | Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz          |
| EXAMINADOR | Ing. Crecencio Benjamín Cifuentes Velásquez |
| EXAMINADOR | Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda             |
| 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:

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

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 de octubre de 2013.



**Gabriel Enrique Pérez Chilel**

Guatemala, 23 de julio del 2,014

Ingeniero  
Francisco Javier Quiñonez De la Cruz  
Coordinador de la unidad de Investigación  
De la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Señor Coordinador:

De la manera más atenta y por este medio, informo a usted que, como asesor del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil, Gabriel Enrique Pérez Chilel, procedí a revisar el trabajo de graduación, cuyo título es FASE II DE LA EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLAN DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

Cabe mencionar que, el trabajo de graduación constituye un valioso aporte a nuestra universidad a uno de los muchos problemas de investigación en el área de Hidráulica específicamente en los sistemas de abastecimiento de agua potable, que vincule los planes de investigación con las necesidades reales de las comunidades y las instituciones del sector encargados de desarrollar los estudios de diseño, y las ejecuciones de los proyectos de abastecimiento de agua potable.

En la virtud, lo doy por aprobado y revisado el trabajo de graduación del estudiante Gabriel Enrique Pérez Chilel.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

*Juan Carlos Linares Cruz*  
MSC INGENIERIA SANITARIA  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO No. 4056

Ing. Juan Carlos Linares Cruz  
Colegiado No. 4,056  
Asesor



**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, 12 de agosto de 2014

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

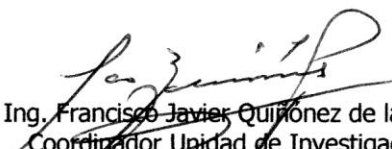
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **FASE II DE LA 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 **Gabriel Enrique Pérez Chilel**, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Linares Cruz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Pérez Chilel** 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 Quiñonez 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 Gabriel Enrique Pérez Chilel, titulado FASE II DE LA 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, noviembre 2014.

/bbdeb.

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



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 632.2014

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: **FASE II DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CHUQ MUC SECTOR II, DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATILÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Gabriel Enrique Pérez Chilel**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfredo Beber Aceituno'.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en Funciones

Guatemala, 12 de noviembre de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por estar siempre a mi lado, guiándome, brindándome salud, sabiduría y perseverancia durante todo el período de mi vida, gracias por permitirme alcanzar esta meta.
- Mis padres** Ernesto Gabriel Pérez y Candelaria Chilel Esteban. Por su amor, esfuerzo, apoyo incondicional, por sus consejos que me han brindado y por enseñarme a cómo cumplir mis metas.
- Mis hermanos** Edna y Luis Pérez, por estar presentes en cada etapa de mi vida.
- Mis sobrinos** David Alejandro, Sofía y Andrea Pérez, que con su ternura e inocencia me motivan a seguir adelante.
- Toda mi familia** Tías, primos. Por su valioso apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Dios</b>                    | Por darme la oportunidad de cumplir esta meta y darme fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.                             |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>  | Por formarme como profesional y por ser mi segundo hogar.   |
| <b>Mis padres</b>              | Por brindarme su amor, comprensión cada día de mi vida y confiar plenamente en mí.  |
| <b>Mi asesor</b>               | Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz, por su valiosa colaboración e instrucción, dedicando su tiempo en la elaboración de este trabajo. |
| <b>Mis amigos y compañeros</b> | 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   |
| <br>  |      |
| 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<br>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<br>caudales .....                  | 10   |
| 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<br>cerradas y a presión ..... | 11   |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.6.3. | Macromedición .....   | 14 |
| 1.6.4. | Micromedición .....   | 15 |
| 1.6.5. | Criterios generales para la localización de<br>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<br>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 .....   | 72 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 6. DISCUSIONES.....  | 79  |
| CONCLUSIONES .....   | 81  |
| RECOMENDACIONES..... | 83  |
| BIBLIOGRAFÍA.....    | 85  |
| APÉNDICES .....      | 87  |
| ANEXOS .....         | 161 |



## 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 <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia.....      | 43 |
| 13. | Coeficiente de variación horaria <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia ...      | 45 |
| 14. | Porcentaje de volumen de regulación <i>versus</i> probabilidad de ocurrencia ..... | 48 |
| 15. | Demanda promedio de los viernes de noviembre de 2013 .....                         | 72 |
| 16. | Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de noviembre de 2013 ...                  | 73 |
| 17. | Demanda promedio de los lunes del período de investigación .....                   | 74 |
| 18. | Demanda promedio general del período de investigación .....                        | 75 |
| 19. | Demanda diaria promedio en el período de investigación.....                        | 76 |
| 20. | Demanda en los días de máximo y mínimo consumo y día promedio .....                | 77 |

## TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I     | Accidentes orográficos del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá..... | 3  |
| II    | Anotaciones de consumo.....   | 26 |
| III   | Cálculo de consumos en m <sup>3</sup> .....   | 27 |
| IV    | Consumo de cada uno de los días de la primera semana de febrero .....                 | 36 |
| V     | Coeficiente de variación diaria (K <sub>1</sub> ) para cada día.....                  | 42 |
| VI    | Coeficiente de variación horaria K <sub>2</sub> 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 <sup>3</sup> de noviembre de 2013.....                | 56 |
| XIII  | Porcentaje de la demanda media diaria en los días de noviembre de 2013 .....          | 56 |
| XIV   | Consumos promedios diarios en m <sup>3</sup> de diciembre de 2013.....                | 57 |
| XV    | Porcentaje de la demanda media diaria en los días de diciembre de 2013 .....          | 57 |
| XVI   | Consumos promedios diarios en m <sup>3</sup> de enero de 2014 .....                   | 58 |
| XVII  | Porcentaje de la demanda media diaria en los días de enero de 2014.....               | 58 |
| XVIII | Consumos promedios diarios en m <sup>3</sup> de febrero de 2014 .....                 | 59 |
| XIX   | Porcentaje de la demanda media diaria en los días de febrero de 2014 .....            | 59 |



|         |  |    |
|---------|--|----|
| XX      | Consumos promedios semanal en m <sup>3</sup> de noviembre de 2013.....                 | 60 |
| XXI     | Porcentaje de la demanda media semanal de noviembre de 2013 .....                      | 60 |
| XXII    | Consumos promedios semanal en m <sup>3</sup> de diciembre de 2013 .....                | 61 |
| XXIII   | Porcentaje de la demanda media semanal de diciembre de 2013.....                       | 61 |
| XXIV    | Consumos promedios semanal en m <sup>3</sup> de enero de 2014 .....                    | 62 |
| XXV     | Porcentaje de la demanda media semanal de enero de 2014 .....                          | 62 |
| XXVI    | Consumos promedios semanal en m <sup>3</sup> de febrero de 2014 .....                  | 63 |
| XXVII   | Porcentaje de la demanda media semanal de enero de 2014 .....                          | 63 |
| XXVIII  | Consumo promedio durante noviembre de 2013 .....                                       | 64 |
| XXIX    | Consumo promedio durante diciembre de 2013 .....                                       | 64 |
| XXX     | Consumo promedio durante enero de 2014.....  | 65 |
| XXXI    | Consumo promedio durante febrero de 2014 .....   | 65 |
| XXXII   | Demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013 .....                          | 66 |
| XXXIII  | Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013 .....         | 66 |
| XXXIV   | Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013 .....                          | 67 |
| XXXV    | Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013.....          | 67 |
| XXXVI   | Demanda diaria durante las semanas de enero de 2014.....                               | 68 |
| XXXVII  | Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2014 .....             | 68 |
| XXXVIII | Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014 .....                            | 69 |
| XXXIX   | Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014.....            | 69 |
| XL      | Consumos promedios diarios en m <sup>3</sup> durante el período de investigación ..... | 70 |
| XLI     | Porcentaje del promedio diario del período de investigación .....                      | 70 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| XLII  | Consumo promedio y por ciento de la demanda media durante el período de investigación .....          | 71 |
| XLIII | Cálculo de la demanda diaria promedio durante el período de investigación .....                      | 71 |
| XLIV  | Comparación entre los parámetros de diseño inicial y parámetros encontrados en la investigación..... | 80 |

## GLOSARIO

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Abastecer</b>         | Proveer a alguien de aquello que necesita.   |
| <b>Cartografía</b>       | Ciencia que se encarga del estudio y la elaboración de los mapas geográficos.  |
| <b>Dotación</b>          | Es un conjunto de elementos que mantienen características similares y que se agrupan en determinada manera.                        |
| <b>Orografía</b>         | Es la parte de la geografía física que se dedica a la descripción de las montañas, a través de sus representaciones cartográficas. |
| <b><i>Per cápita</i></b> | Por cabeza, para cada una de las personas o cosas.   |
| <b>Saneamiento</b>       | 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, como una segunda fase, para poder actualizar y comparar 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 seguir realizando 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 compara los parámetros de diseño de la red de distribución existente de esta nueva fase.

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 mediante la fase I y fase II 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 mediante la fase II 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, basándose en el estudio de la fase I y fase II 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 de la fase I con la fase II, para determinar si cumplen su aplicabilidad en el funcionamiento del sistema construido de abastecimiento de agua potable con los calculados.





## INTRODUCCIÓN

En Guatemala se carece de una investigación coherente al momento de la construcción de los sistemas de abastecimiento de agua potable, donde se relacione 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 da continuación de la fase I 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 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 Atitlán, cuyo nombre significa lugar entre mucha agua. Su población es de origen maya tzutujil.

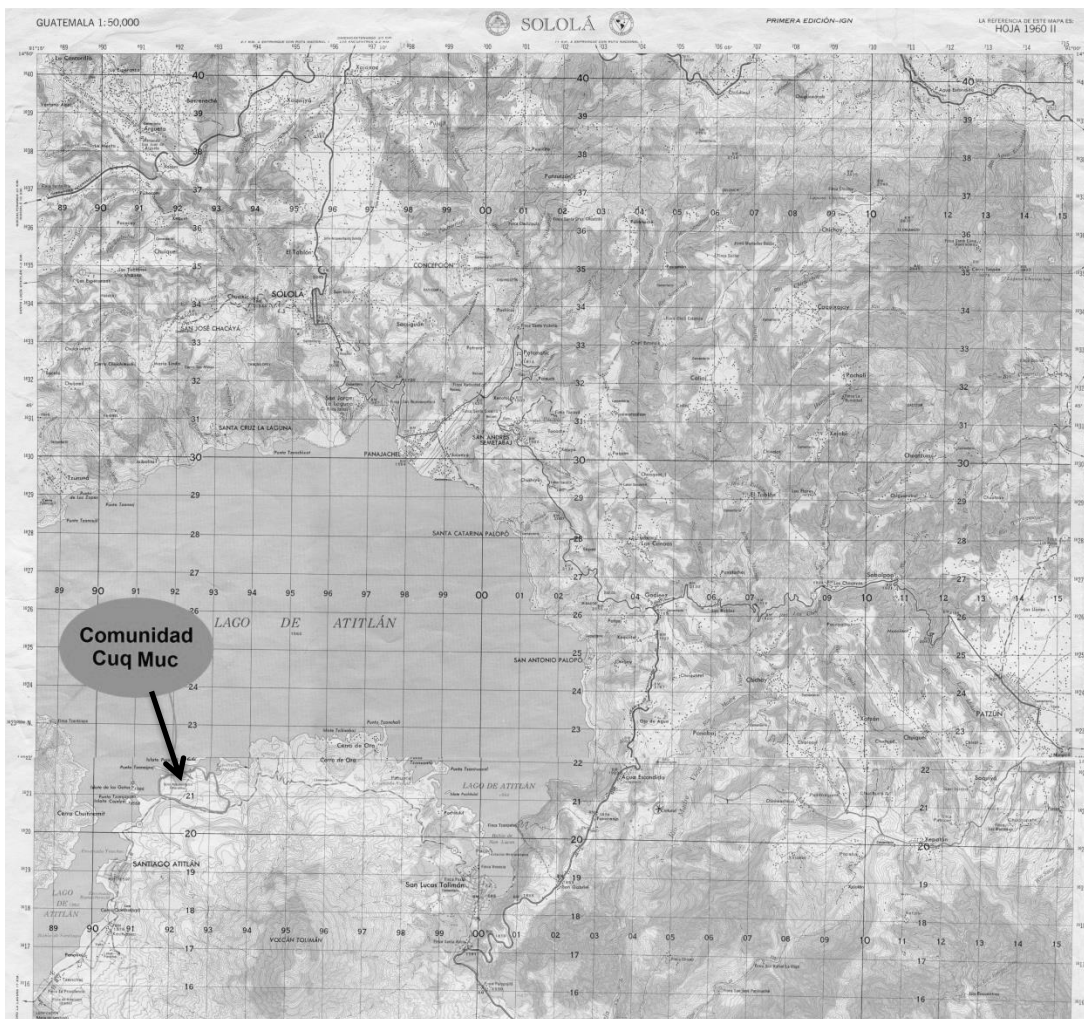
## **1.2. Topografía**

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.

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 del 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 Celsius.<sup>1</sup>

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.

<sup>1</sup>Instituto 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 (micromedición) 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 y 520 metros cúbicos. 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 juridicoinstitucional 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, asimismo, 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 (mca) y 57 metros columna de agua (mca). 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 por ciento (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, otros, 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 por ciento 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.

#### **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.

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

Donde:

$Q_{\text{max. diario}}$  = caudal máximo diario

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

$Q_{\text{md}}$  = 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 litros por segundo y un factor de día máximo de 1,5, dando como resultado un caudal máximo diario de 14,22 litros por segundo. 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 período 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.

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

Donde:

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

$f_{\text{hm}}$  = factor de hora máxima

$Q_{\text{md}}$  = 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 litros por segundo. 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 micromolinete.

- 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 metros columna de agua (mca) 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 pulgadas. Sin embargo, es necesario realizar verificaciones periódicas de su exactitud y análisis físicoquímicos 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 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), otros.

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 este

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 18 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. Este 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: comunidad Chuq Muc Sector II.



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



Fuente: comunidad Chuq Muc Sector II.

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



Fuente:comunidad Chuq Muc Sector II.

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 6:00 horas y concluyéndose a las 20:00 horas, específicamente a 60 casas de la aldea Chuc Muc II del municipio de Santiago Atitlán, del departamento de Sololá.

En la siguiente imagen se muestra la actividad de muestreo.

Figura 5. **Lectura de contadores**



Fuente: comunidad Chuq Muc 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 FASE II**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 10                 |

Semana del: 15 al 21 de Noviembre de 2013

| HORA  | VIER     | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 296,0709 | 296,2501 | 296,5106 | 296,6599 | 296,8334 | 297,0454 | 297,2586 |
| 08:00 | 296,1178 | 296,3288 | 296,5222 | 296,6764 | 296,8468 | 297,0533 | 297,2841 |
| 10:00 | 296,1883 | 296,3288 | 296,5302 | 296,6764 | 296,9302 | 297,0918 | 297,3078 |
| 12:00 | 296,1883 | 296,3496 | 296,5365 | 296,6764 | 296,9401 | 297,1303 | 297,3396 |
| 14:00 | 296,1883 | 296,3782 | 296,5696 | 296,6841 | 296,9425 | 297,1802 | 297,3582 |
| 16:00 | 296,2170 | 296,4135 | 296,5861 | 296,7282 | 296,9502 | 297,1993 | 297,3778 |
| 18:00 | 296,2319 | 296,4616 | 296,6001 | 296,7707 | 297,0012 | 297,2199 | 297,3839 |
| 20:00 | 296,2319 | 296,4898 | 296,6393 | 296,7768 | 297,0412 | 297,2215 | 297,4207 |

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 metros cúbicos, 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 m<sup>3</sup>**

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

### CALCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS FASE II

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATILÁN    |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 10                 |

Semana del: 15 al 21 de Noviembre de 2013

| HORA             | VIER   | SAB    | DOM    | LUN    | MAR    | MIER   | JUEV   |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 06:00            | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0009 |
| 08:00            | 0,0562 | 0,0000 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0015 | 0,0112 |
| 10:00            | 0,0000 | 0,0000 | 0,0059 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0072 |
| 12:00            | 0,0344 | 0,0560 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0011 | 0,0000 |
| 14:00            | 0,0321 | 0,0671 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0014 | 0,0011 | 0,0064 |
| 16:00            | 0,0723 | 0,1173 | 0,0019 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0077 |
| 18:00            | 0,0848 | 0,0000 | 0,0164 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0385 |
| 20:00            | 0,0000 | 0,0000 | 0,0070 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0018 | 0,0000 |
| Sumatoria        | 0,2799 | 0,2404 | 0,0319 | 0,0023 | 0,0038 | 0,0070 | 0,0720 |
| Promedio<br>m3/h | 0,0200 | 0,0172 | 0,0023 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0051 |

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:

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

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 por ciento 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

$\sigma$  = desviación estándar

Para una 95 por ciento 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 por ciento de confiabilidad, se obtuvo que:

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

Donde:

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

$\sigma$  = desviación estándar

Para un 95 por ciento 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 por ciento se obtuvo:

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



Donde:

$\%V_r$  = porcentaje de volumen de regulación

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

$\sigma$  = desviación estándar

Para un 95 por ciento 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

Donde 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 período 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 período de investigación y el promedio de consumo en metros cúbicos por hora. 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 3.

Tabulando los datos de las horas y días establecidos como se muestra en la tabla IV. Se determinó y sumó el consumo en metros cúbicos de cada uno de los días del período 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

### CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 10                 |

Semana del: 15 al 21 de noviembre de 2013

| HORA             | VIER   | SAB    | DOM    | LUN    | MAR    | MIER   | JUEV   |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 06:00            | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0009 |
| 08:00            | 0,0562 | 0,0000 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0015 | 0,0112 |
| 10:00            | 0,0000 | 0,0000 | 0,0059 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0072 |
| 12:00            | 0,0344 | 0,0560 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0011 | 0,0000 |
| 14:00            | 0,0321 | 0,0671 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0014 | 0,0011 | 0,0064 |
| 16:00            | 0,0723 | 0,1173 | 0,0019 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0077 |
| 18:00            | 0,0848 | 0,0000 | 0,0164 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0385 |
| 20:00            | 0,0000 | 0,0000 | 0,0070 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0018 | 0,0000 |
| Sumatoria        | 0,2799 | 0,2404 | 0,0319 | 0,0023 | 0,0038 | 0,0070 | 0,0720 |
| Promedio<br>m3/h | 0,0200 | 0,0172 | 0,0023 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0051 |

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 por ciento 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: comunidad Chuq Muc Sector II.

Figura 7. **Filtro lento para potabilización**



Fuente: comunidad Chuq Muc Sector II.



Figura 8. **Caseta de cloración**



Fuente: comunidad Chuq Muc Sector II.

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



Fuente: comunidad Chuq Muc Sector II.

Figura 10. **Micromedidor (contador)**



Fuente: comunidad Chuq Muc Sector II.

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



Fuente: comunidad Chuq Muc Sector II.

## 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 período de investigación (3 meses). Ver apéndice, tabla LIX. Consumo total de micromedición.

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

$$Q_{\text{pmensual}} = \frac{3\,635,0964 \text{ m}^3}{116 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{pmensual}} = 31,3370 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Coeficiente de variación diaria  $K_1$

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

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

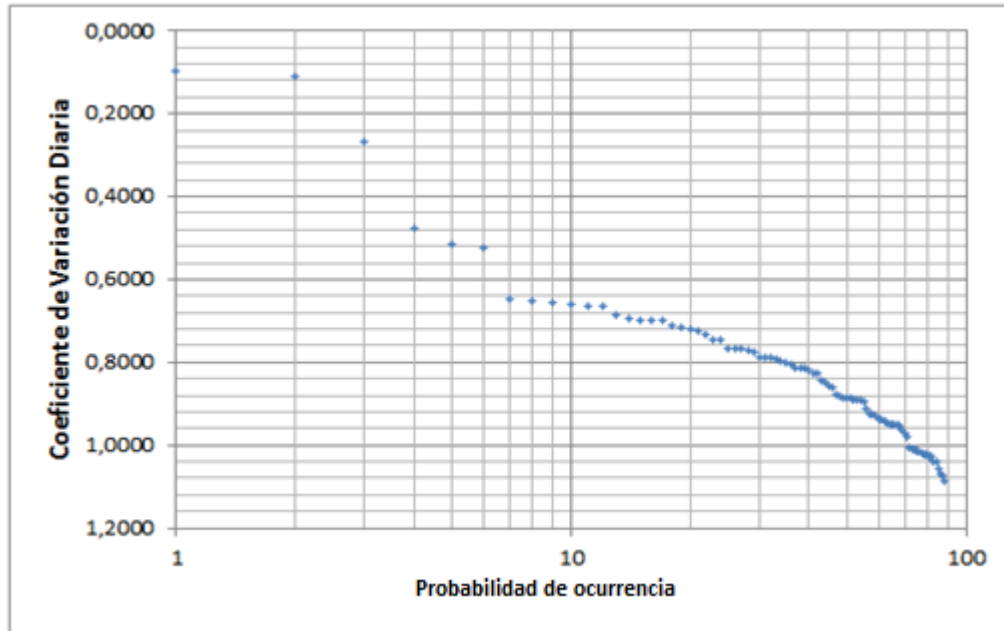
La siguiente tabla muestra el coeficiente de variación diaria ( $K_1$ ) de cada día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

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

| K      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0977 | 0,1110 | 0,2691 | 0,4765 | 0,5134 | 0,5224 | 0,6452 | 0,6504 | 0,6574 | 0,6614 |
| 0,6640 | 0,6642 | 0,6846 | 0,6940 | 0,6968 | 0,6978 | 0,7004 | 0,7110 | 0,7146 | 0,7190 |
| 0,7242 | 0,7307 | 0,7434 | 0,7434 | 0,7671 | 0,7680 | 0,7685 | 0,7720 | 0,7760 | 0,7863 |
| 0,7892 | 0,7900 | 0,7920 | 0,7953 | 0,8009 | 0,8052 | 0,8121 | 0,8150 | 0,8152 | 0,8159 |
| 0,8265 | 0,8271 | 0,8434 | 0,8466 | 0,8550 | 0,8612 | 0,8760 | 0,8840 | 0,8843 | 0,8862 |
| 0,8876 | 0,8889 | 0,8910 | 0,8918 | 0,8957 | 0,9127 | 0,9248 | 0,9255 | 0,9303 | 0,9367 |
| 0,9395 | 0,9419 | 0,9480 | 0,9481 | 0,9484 | 0,9503 | 0,9514 | 0,9538 | 0,9635 | 0,9719 |
| 0,9810 | 1,0048 | 1,0057 | 1,0086 | 1,0100 | 1,0133 | 1,0154 | 1,0182 | 1,0210 | 1,0231 |
| 1,0247 | 1,0270 | 1,0279 | 1,0408 | 1,0412 | 1,0552 | 1,0680 | 1,0730 | 1,0857 | 1,0865 |
| 1,0916 | 1,0945 | 1,1023 | 1,1258 | 1,1320 | 1,1325 | 1,1380 | 1,1537 | 1,1561 | 1,2046 |
| 1,2104 | 1,2120 | 1,2188 | 1,2275 | 1,2300 | 1,2420 | 1,3623 | 1,3657 | 1,4359 | 1,4387 |
| 1,5699 | 1,6550 | 1,7131 | 1,8496 | 1,9500 | 1,9732 |        |        |        |        |

Fuente: elaboración propia.

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



Fuente: elaboración propia, con programa 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 0,30.

$$K_1 = \bar{0},95$$

$\sigma = 0,30$  calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla V.

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

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

$$1,65 = \frac{K_1 - 0,95}{0,30}$$

$$K_1 = 1,65(0,30) + 0,95$$

$$K_1 = 1,445 \cong 1,4$$

- Coeficiente de variación horaria  $K_2$

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

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

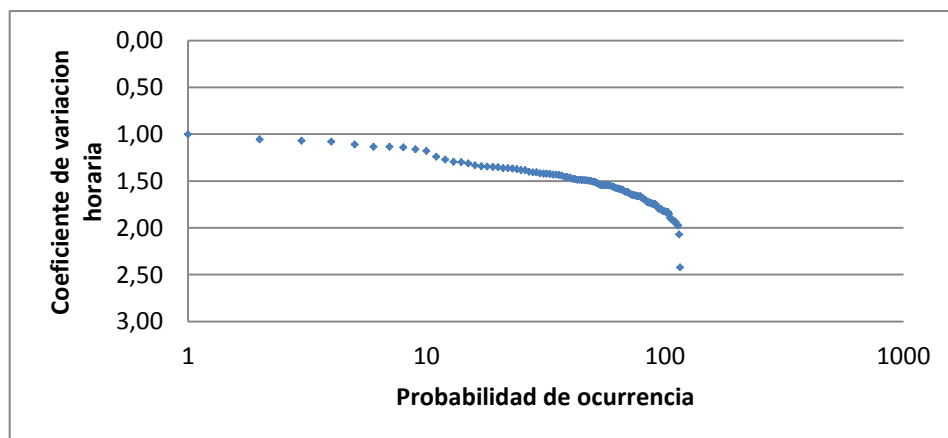
La siguiente tabla muestra el coeficiente de variación horaria ( $K_2$ ) de cada día del período de investigación, los cuales se ordenaron en forma ascendente sin importar la fecha de los días.

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

| $K_2$  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,0000 | 1,0543 | 1,0700 | 1,0800 | 1,1100 | 1,1329 | 1,1349 | 1,1400 | 1,1600 | 1,1800 |
| 1,2383 | 1,2700 | 1,2948 | 1,2970 | 1,3100 | 1,3315 | 1,3413 | 1,3448 | 1,3491 | 1,3512 |
| 1,3613 | 1,3644 | 1,3663 | 1,3731 | 1,3828 | 1,3845 | 1,4016 | 1,4080 | 1,4081 | 1,4178 |
| 1,4200 | 1,4207 | 1,4241 | 1,4300 | 1,4304 | 1,4334 | 1,4426 | 1,4568 | 1,4586 | 1,4617 |
| 1,4743 | 1,4794 | 1,4856 | 1,4873 | 1,4887 | 1,4900 | 1,4919 | 1,4964 | 1,4990 | 1,5057 |
| 1,5102 | 1,5200 | 1,5374 | 1,5435 | 1,5440 | 1,5440 | 1,5441 | 1,5452 | 1,5458 | 1,5572 |
| 1,5624 | 1,5699 | 1,5782 | 1,5821 | 1,5847 | 1,5932 | 1,5983 | 1,6125 | 1,6142 | 1,6200 |
| 1,6284 | 1,6437 | 1,6480 | 1,6500 | 1,6516 | 1,6582 | 1,6600 | 1,6642 | 1,6649 | 1,6755 |
| 1,6843 | 1,6968 | 1,7000 | 1,7200 | 1,7226 | 1,7281 | 1,7346 | 1,7400 | 1,7406 | 1,7467 |
| 1,7470 | 1,7526 | 1,7813 | 1,7893 | 1,7957 | 1,7970 | 1,8007 | 1,8184 | 1,8222 | 1,8250 |
| 1,8271 | 1,8288 | 1,8322 | 1,8500 | 1,8890 | 1,9006 | 1,9100 | 1,9188 | 1,9250 | 1,9300 |
| 1,9367 | 1,9600 | 1,9700 | 1,9736 | 2,0700 | 2,4229 |        |        |        |        |

Fuente: elaboración propia.

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



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

La figura 13 representa la distribución normal de los coeficientes de variación horaria  $K_2$  de todos los días de investigación, de donde se obtuvo una desviación estándar con un valor de 0,24.

$$K_2 = \bar{1,56}$$

$\sigma = 0,24$  calculado en una hoja de cálculo con base en los datos de la tabla VI.

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

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

$$1,65 = \frac{K_2 - 1,56}{0,24}$$

$$K_2 = 1,65 (0,24) + 1,56$$

$$K_2 = 1,956 \cong 1,96$$

- 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 por ciento de confiabilidad, se obtuvieron los siguientes valores:



$$Z = 1,65$$

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

$$\overline{\%V_r} = 0,86$$

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

| %Vr    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,5620 | 0,5765 | 0,5794 | 0,5823 | 0,5968 | 0,6055 | 0,6228 | 0,6460 | 0,6692 | 0,6837 |
| 0,7098 | 0,7098 | 0,7387 | 0,7561 | 0,7706 | 0,7735 | 0,7764 | 0,7764 | 0,7764 | 0,7793 |
| 0,7793 | 0,7822 | 0,7909 | 0,8025 | 0,8054 | 0,8285 | 0,8372 | 0,8372 | 0,8372 | 0,8372 |
| 0,8401 | 0,8517 | 0,8546 | 0,8546 | 0,8546 | 0,8575 | 0,8575 | 0,8575 | 0,8575 | 0,8575 |
| 0,8575 | 0,8575 | 0,8575 | 0,8575 | 0,8604 | 0,8633 | 0,8691 | 0,8720 | 0,8749 | 0,8749 |
| 0,8749 | 0,8749 | 0,8749 | 0,8749 | 0,8749 | 0,8778 | 0,8807 | 0,8836 | 0,8836 | 0,8836 |
| 0,8836 | 0,8865 | 0,8865 | 0,8865 | 0,8865 | 0,8865 | 0,8894 | 0,8894 | 0,8923 | 0,8952 |
| 0,8981 | 0,8981 | 0,8981 | 0,8981 | 0,8981 | 0,9039 | 0,9067 | 0,9125 | 0,9125 | 0,9125 |
| 0,9125 | 0,9125 | 0,9125 | 0,9125 | 0,9154 | 0,9154 | 0,9154 | 0,9212 | 0,9241 | 0,9270 |
| 0,9299 | 0,9328 | 0,9357 | 0,9415 | 0,9415 | 0,9415 | 0,9415 | 0,9415 | 0,9415 | 0,9415 |
| 0,9444 | 0,9444 | 0,9473 | 0,9531 | 0,9618 | 0,9734 | 0,9734 | 0,9734 | 0,9908 | 0,9908 |
| 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 1,0023 | 1,0690 |        |        |        |        |

Fuente: elaboración propia.

Entonces:

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

$$1,65 = \frac{\%V_r - 0,86}{0,11}$$

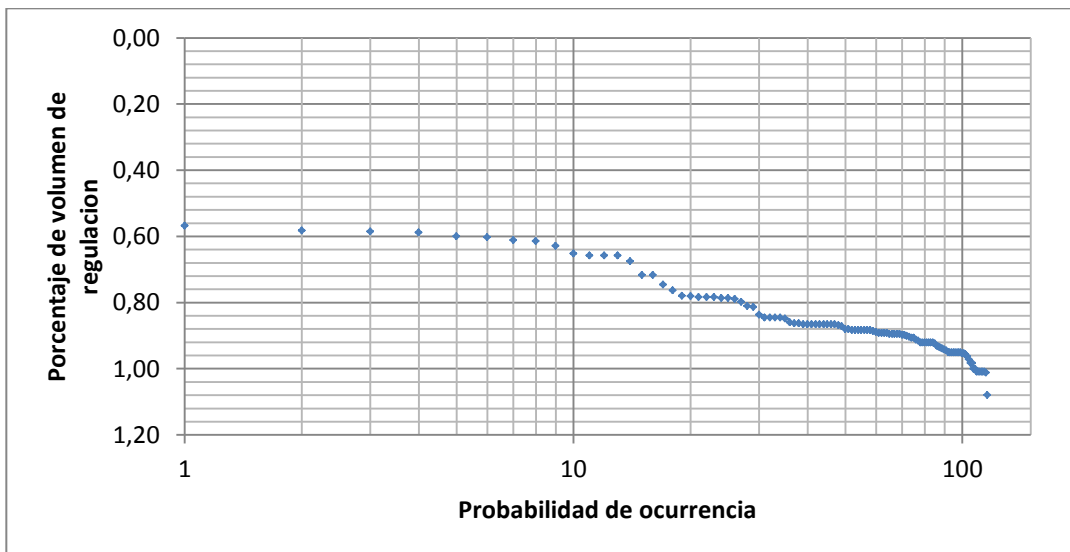
Despejando  $\%V_r$  se tiene que:

$$\%V_r = 0,11(1,65) + 0,86$$

$$\%V_r = 1,04 \%$$

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 0,11.

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



Fuente: elaboración propia, con programa 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 XLIV. 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<br>(2013-2014) | VOLUMEN DE<br>AGUA<br>PRODUCIDA<br>(m <sup>3</sup> ) | VOLUMEN DE<br>AGUA<br>CONTABILIZADO<br>(m <sup>3</sup> ) | VOLUMEN DE<br>AGUA NO<br>CONTABILIZADO<br>(m <sup>3</sup> ) | PORCENTAJE DE<br>PÉRDIDAS |
|----------------------|--|--|---|---------------------------|
| NOVIEMBRE            | 8 404,20   | 5 329,03   | 3 075,18  | 36,59                     |
| DICIEMBRE            | 8 983,80   | 5 136,82   | 3 846,98  | 42,82                     |
| ENERO                | 8 694,00   | 5 137,47   | 3 556,53  | 40,91                     |
| FEBRERO              | 8 114,40   | 6 773,72   | 1 340,69  | 16,52                     |
| SUMA                 | 34 196,40  | 22 377,03  |   |                           |
| PROMEDIO<br>MENSUAL  | 8 549,10   | 5 682,67   |   | 33,42 %                   |

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede decir que el porcentaje de pérdidas promedio es de 33,42 por ciento.

- 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 8 549,10 metros cúbicos y la población servida fue de 1 932 habitantes, por lo tanto se tiene que:

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

$$Q_{\text{producido}} = \frac{8\,549,10 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{producido}} = 284,97 \text{ m}^3/\text{día}$$

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

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

$$\text{Dot. producción} = \frac{284,97 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 1\,000}{1\,932 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. producción} = 147,5 \text{ l/hab/día}$$

### Dotación de consumo *per cápita*

El valor del consumo promedio de agua contabilizada durante el período de investigación fue de 860,66 metros cúbicos y la población servida de las 60 viviendas, fue de 360 habitantes, por lo tanto se tiene que:

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

$$Q_{\text{contabilizado}} = \frac{860,66 \text{ m}^3}{30 \text{ días}}$$

$$Q_{\text{contabilizado}} = 28,69 \text{ m}^3/\text{día}$$

Luego;

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

$$\text{Dot. consumo} = \frac{28,69 \text{ m}^3/\text{día} \times 1\,000}{360 \text{ hab.}}$$

$$\text{Dot. consumo} = 79,69 \text{ l/hab/día}$$

## **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 2014, 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 período 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 metros cúbicos de febrero de 2014, 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 período 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 período investigado.

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

| <b>Sábado 1 de febrero de 2014</b> |                                    | <b>(día de máximo consumo)</b>    |                              |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| <b>HORA</b>                        | <b>Consumo en <math>m^3</math></b> | <b>consumo <math>m^3/h</math></b> | <b>% de la demanda media</b> |
| 06:00                              | 24,16                              | 12,08                             | 221,33                       |
| 08:00                              | 20,08                              | 10,04                             | 183,90                       |
| 10:00                              | 3,27                               | 1,64                              | 29,95                        |
| 12:00                              | 15,48                              | 7,74                              | 141,82                       |
| 14:00                              | 3,07                               | 1,54                              | 28,16                        |
| 16:00                              | 4,74                               | 2,37                              | 43,44                        |
| 18:00                              | 3,67                               | 1,83                              | 33,60                        |
| 20:00                              | 1,94                               | 0,97                              | 17,79                        |
| Demanda                            | 76,42                              |                                   |                              |
| Demanda Prom $m^3/h$               | 5,46                               |                                   |                              |

Fuente: elaboración propia.

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

| <b>sábado 7 de diciembre (día de mínimo consumo)</b><br><b>de 2013</b> |                                 |                                |                        |
|--|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>HORA</b>  | <b>Consumo en m<sup>3</sup></b> | <b>consumo m<sup>3</sup>/h</b> | <b>% de la demanda</b> |
| 06:00  | 1,02                            | 0,51                           | 232,78                 |
| 08:00  | 1,03                            | 0,52                           | 236,10                 |
| 10:00  | 0,24                            | 0,12                           | 54,75                  |
| 12:00  | 0,26                            | 0,13                           | 59,72                  |
| 14:00  | 0,24                            | 0,12                           | 53,97                  |
| 16:00  | 0,10                            | 0,05                           | 22,38                  |
| 18:00  | 0,13                            | 0,07                           | 30,38                  |
| 20:00  | 0,04                            | 0,02                           | 9,92                   |
| Demanda  | 3,06                            |                                |                        |
| Demanda Prom m3/h  | 0,22                            |                                |                        |

Fuente: elaboración propia.



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

| <b>Día promedio del período de investigación</b> |                                    |                                   |                        |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| <b>HORA</b>                                      | <b>Consumo en <math>m^3</math></b> | <b>consumo <math>m^3/h</math></b> | <b>% de la demanda</b> |
| 06:00  | 7,73                               | 3,87                              | 124,55                 |
| 08:00  | 4,95                               | 2,48                              | 79,72                  |
| 10:00  | 5,66                               | 2,83                              | 91,14                  |
| 12:00  | 6,33                               | 3,17                              | 101,99                 |
| 14:00  | 5,85                               | 2,93                              | 94,22                  |
| 16:00  | 5,28                               | 2,64                              | 85,08                  |
| 18:00  | 4,39                               | 2,20                              | 70,74                  |
| 20:00  | 3,26                               | 1,63                              | 52,57                  |
| Demanda  | 43,47                              |                                   |                        |
| Demanda Prom $m^3/h$                             | 3,10                               |                                   |                        |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Consumos promedios diarios en m<sup>3</sup> de noviembre de 2013**

| HORA         | VIER    | SAB     | DOM     | LUN     | MAR     | MIER    | JUEV    |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 06:00        | 4,0945  | 1,9629  | 2,8853  | 2,3564  | 11,2822 | 2,0973  | 2,3850  |
| 08:00        | 2,7722  | 3,8520  | 2,8136  | 3,2623  | 3,1336  | 2,8896  | 3,4713  |
| 10:00        | 2,7703  | 3,9977  | 3,4901  | 3,7108  | 4,3996  | 3,4933  | 4,1352  |
| 12:00        | 3,4436  | 4,1761  | 4,1953  | 4,9030  | 4,0743  | 4,5846  | 4,7979  |
| 14:00        | 2,9153  | 4,2842  | 2,3859  | 3,4391  | 4,7045  | 4,6465  | 4,3206  |
| 16:00        | 2,5956  | 4,0799  | 3,9233  | 3,2907  | 3,1880  | 5,6733  | 3,5158  |
| 18:00        | 2,1700  | 2,9459  | 2,6779  | 3,6933  | 4,1145  | 2,9929  | 2,7328  |
| 20:00        | 1,1833  | 1,5652  | 1,7010  | 2,2191  | 1,8129  | 2,1094  | 2,4487  |
| Suma         | 21,9449 | 26,8640 | 24,0723 | 26,8748 | 36,7097 | 28,4869 | 27,8075 |
| Prom<br>m3/h | 1,5675  | 1,9189  | 1,7195  | 1,9196  | 2,6221  | 2,0348  | 1,9862  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días de noviembre de 2013**

| HORA  | VIER     | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 261,2115 | 102,2954 | 167,8007 | 122,7553 | 430,2718 | 103,0717 | 120,0774 |
| 08:00 | 176,8554 | 200,7429 | 163,6344 | 169,9439 | 119,5082 | 142,0113 | 174,7692 |
| 10:00 | 176,7349 | 208,3399 | 202,9764 | 193,3106 | 167,7885 | 171,6813 | 208,1929 |
| 12:00 | 219,6903 | 217,6374 | 243,9887 | 255,4121 | 155,3811 | 225,3116 | 241,5573 |
| 14:00 | 185,9858 | 223,2662 | 138,7586 | 179,1548 | 179,4145 | 228,3521 | 217,5256 |
| 16:00 | 165,5894 | 212,6225 | 228,1713 | 171,4236 | 121,5798 | 278,8152 | 177,0063 |
| 18:00 | 138,4396 | 153,5245 | 155,7404 | 192,3978 | 156,9162 | 147,0894 | 137,5881 |
| 20:00 | 75,4932  | 81,5712  | 98,9296  | 115,6019 | 69,1400  | 103,6672 | 123,2833 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Consumos promedios diarios en m<sup>3</sup> de diciembre de 2013**

| HORA         | DOM     | LUN     | MAR     | MIER    | JUEV    | VIER    | SAB     |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 06:00        | 9,5579  | 5,6298  | 2,0629  | 2,0161  | 13,7999 | 1,9575  | 1,8226  |
| 08:00        | 2,6882  | 3,3473  | 2,1623  | 2,2730  | 3,0119  | 3,2795  | 3,2486  |
| 10:00        | 4,3159  | 3,3860  | 2,4730  | 2,4994  | 3,0587  | 3,6550  | 2,8349  |
| 12:00        | 3,5988  | 3,9901  | 2,9451  | 3,3262  | 3,4875  | 2,5697  | 3,3816  |
| 14:00        | 3,1377  | 3,5276  | 3,1171  | 3,1855  | 5,5845  | 2,3714  | 2,3096  |
| 16:00        | 3,1668  | 3,6452  | 1,9958  | 3,3659  | 2,3375  | 6,1010  | 2,6343  |
| 18:00        | 2,4886  | 2,5766  | 2,3046  | 2,0374  | 2,1286  | 2,0545  | 2,4558  |
| 20:00        | 1,9824  | 2,0113  | 1,4585  | 1,2849  | 3,5352  | 1,5045  | 1,4952  |
| Suma         | 30,9364 | 28,1139 | 18,5192 | 19,9883 | 36,9438 | 23,4931 | 20,1825 |
| Prom<br>m3/h | 2,2097  | 2,0081  | 1,3228  | 1,4277  | 2,6388  | 1,6781  | 1,4416  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días de diciembre de 2013**

| HORA  | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     | SAB      |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 432,5362 | 280,3499 | 155,9470 | 141,2072 | 522,9541 | 116,6533 | 126,4250 |
| 08:00 | 121,6535 | 166,6889 | 163,4641 | 159,2000 | 114,1370 | 195,4326 | 225,3428 |
| 10:00 | 195,3131 | 168,6152 | 186,9489 | 175,0594 | 115,9088 | 217,8062 | 196,6497 |
| 12:00 | 162,8595 | 198,6948 | 222,6405 | 232,9714 | 132,1612 | 153,1342 | 234,5724 |
| 14:00 | 141,9955 | 175,6633 | 235,6410 | 223,1155 | 211,6268 | 141,3143 | 160,2090 |
| 16:00 | 143,3105 | 181,5209 | 150,8804 | 235,7531 | 88,5806  | 363,5681 | 182,7330 |
| 18:00 | 112,6191 | 128,3095 | 174,2218 | 142,7014 | 80,6627  | 122,4346 | 170,3498 |
| 20:00 | 89,7126  | 100,1574 | 110,2563 | 89,9920  | 133,9687 | 89,6567  | 103,7183 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Consumos promedios diarios en m<sup>3</sup> de enero de 2014**

| HORA         | MIER    | JUEV    | VIER    | SAB     | DOM     | LUN     | MAR     |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 06:00        | 5,0010  | 5,9562  | 2,1254  | 2,4459  | 2,5728  | 2,5249  | 3,6931  |
| 08:00        | 4,4462  | 3,9172  | 4,4793  | 2,9978  | 4,2782  | 2,8156  | 3,1174  |
| 10:00        | 4,7104  | 4,6036  | 4,5764  | 3,5436  | 4,3612  | 3,9088  | 3,5701  |
| 12:00        | 4,3028  | 5,2766  | 5,3015  | 3,6829  | 4,4423  | 3,7086  | 4,6397  |
| 14:00        | 4,0877  | 5,0366  | 4,1065  | 4,0367  | 3,5845  | 4,0981  | 3,9248  |
| 16:00        | 3,9166  | 4,5744  | 3,4577  | 3,0002  | 3,4535  | 3,5889  | 2,8825  |
| 18:00        | 3,6048  | 3,9830  | 3,4683  | 2,9092  | 2,7987  | 2,5244  | 3,5634  |
| 20:00        | 3,1569  | 3,1514  | 3,1904  | 1,8512  | 3,4401  | 2,0174  | 2,5400  |
| Suma         | 33,2265 | 36,4989 | 30,7055 | 24,4675 | 28,9312 | 25,1867 | 27,9309 |
| Prom<br>m3/h | 2,3733  | 2,6071  | 2,1933  | 1,7477  | 2,0665  | 1,7991  | 1,9951  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días de enero de 2014**

| HORA  | MIER     | JUEV     | VIER     | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 210,7189 | 228,4632 | 96,9073  | 139,9495 | 124,4981 | 140,3439 | 185,1107 |
| 08:00 | 187,3417 | 150,2518 | 204,2300 | 171,5278 | 207,0268 | 156,5050 | 156,2573 |
| 10:00 | 198,4741 | 176,5831 | 208,6566 | 202,7612 | 211,0396 | 217,2723 | 178,9457 |
| 12:00 | 181,2968 | 202,3978 | 241,7206 | 210,7338 | 214,9674 | 206,1436 | 232,5588 |
| 14:00 | 172,2358 | 193,1891 | 187,2324 | 230,9768 | 173,4543 | 227,7907 | 196,7234 |
| 16:00 | 165,0244 | 175,4616 | 157,6503 | 171,6654 | 167,1146 | 199,4906 | 144,4793 |
| 18:00 | 151,8899 | 152,7757 | 158,1366 | 166,4596 | 135,4306 | 140,3175 | 178,6088 |
| 20:00 | 133,0183 | 120,8778 | 145,4662 | 105,9259 | 166,4686 | 112,1365 | 127,3161 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Consumos promedios diarios en m<sup>3</sup> de febrero de 2014**

| HORA         | SAB     | DOM     | LUN     | MAR     | MIER    | JUEV    | VIER    |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 06:00        | 20,4007 | 5,4082  | 4,0342  | 2,9761  | 13,5457 | 2,2528  | 2,2827  |
| 08:00        | 8,2493  | 5,2312  | 3,7521  | 3,5123  | 3,4763  | 2,3830  | 3,8264  |
| 10:00        | 5,1541  | 4,5975  | 5,6369  | 4,9439  | 4,1935  | 3,7016  | 3,6217  |
| 12:00        | 8,4784  | 4,7759  | 6,0824  | 7,7954  | 5,4160  | 5,8221  | 5,5545  |
| 14:00        | 4,6816  | 5,5380  | 4,2545  | 5,0644  | 5,6439  | 4,9047  | 4,2821  |
| 16:00        | 5,3044  | 5,0024  | 3,6532  | 3,5521  | 3,1904  | 6,0772  | 3,0483  |
| 18:00        | 3,2348  | 2,9690  | 3,3564  | 4,6576  | 3,8778  | 3,2229  | 2,9811  |
| 20:00        | 2,2821  | 2,2428  | 2,2379  | 2,4943  | 1,7166  | 2,0500  | 2,0360  |
| Suma         | 57,7854 | 35,7650 | 33,0076 | 34,9962 | 41,0601 | 30,4142 | 27,6329 |
| Prom<br>m3/h | 4,1275  | 2,5546  | 2,3577  | 2,4997  | 2,9329  | 2,1724  | 1,9738  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Porcentaje de la demanda media diaria en los días de febrero de 2014**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 494,2592 | 211,7012 | 171,1091 | 119,0568 | 461,8596 | 103,7009 | 115,6514 |
| 08:00 | 199,8607 | 204,7719 | 159,1428 | 140,5085 | 118,5280 | 109,6904 | 193,8616 |
| 10:00 | 124,8709 | 179,9682 | 239,0862 | 197,7781 | 142,9828 | 170,3872 | 183,4924 |
| 12:00 | 205,4118 | 186,9485 | 257,9838 | 311,8512 | 184,6645 | 267,9964 | 281,4160 |
| 14:00 | 113,4235 | 216,7808 | 180,4503 | 202,5983 | 192,4352 | 225,7694 | 216,9517 |
| 16:00 | 128,5116 | 195,8177 | 154,9466 | 142,0999 | 108,7821 | 279,7389 | 154,4393 |
| 18:00 | 78,3722  | 116,2194 | 142,3598 | 186,3254 | 132,2176 | 148,3522 | 151,0375 |
| 20:00 | 55,2901  | 87,7924  | 94,9213  | 99,7819  | 58,5302  | 94,3646  | 103,1502 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Consumos promedios semanal en m<sup>3</sup> de noviembre de 2013**

| <b>HORA</b>      | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 30</b> |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 06:00            | 12,7727                          | 25,1842                           | 21,5978                            | 48,0752                            | 6,6819                             |
| 08:00            | 22,9931                          | 23,3977                           | 20,4489                            | 24,0832                            | 4,4800                             |
| 10:00            | 25,9438                          | 24,9596                           | 25,4323                            | 25,8011                            | 8,6199                             |
| 12:00            | 29,6948                          | 34,5627                           | 35,8495                            | 21,9697                            | 6,2423                             |
| 14:00            | 26,9567                          | 28,3406                           | 28,5258                            | 21,9926                            | 8,1677                             |
| 16:00            | 23,6898                          | 39,3506                           | 24,3914                            | 18,5254                            | 5,7845                             |
| 18:00            | 22,1868                          | 21,9714                           | 23,4538                            | 18,0753                            | 4,7385                             |
| 20:00            | 11,8673                          | 12,4405                           | 14,5948                            | 13,2491                            | 2,7560                             |
| sumatoria        | 176,1049                         | 210,2072                          | 194,2945                           | 191,7716                           | 47,4707                            |
| promedio<br>m3/h | 12,5789                          | 15,0148                           | 13,8782                            | 13,6980                            | 3,3908                             |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Porcentaje de la demanda media semanal de noviembre de 2013**

| <b>HORA</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 30</b> |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 06:00       | 101,5406                         | 167,7291                          | 155,6244                           | 350,9657                           | 197,0629                           |
| 08:00       | 182,7904                         | 155,8309                          | 147,3460                           | 175,8157                           | 132,1226                           |
| 10:00       | 206,2480                         | 166,2332                          | 183,2540                           | 188,3570                           | 254,2161                           |
| 12:00       | 236,0677                         | 230,1908                          | 258,3158                           | 160,3862                           | 184,0976                           |
| 14:00       | 214,3002                         | 188,7508                          | 205,5445                           | 160,5539                           | 240,8810                           |
| 16:00       | 188,3295                         | 262,0786                          | 175,7536                           | 135,2418                           | 170,5954                           |
| 18:00       | 176,3809                         | 146,3314                          | 168,9977                           | 131,9562                           | 139,7462                           |
| 20:00       | 94,3427                          | 82,8551                           | 105,1640                           | 96,7234                            | 81,2782                            |

Fuente: elaboración propia

Tabla XXII. **Consumos promedios semanal en m<sup>3</sup> de diciembre 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                      | 45,7519           | 17,8795            | 2,5542              | 63,3717             | 6,6819              |
| 08:00                      | 14,2450           | 21,3285            | 3,0469              | 17,0225             | 4,4800              |
| 10:00                      | 13,5330           | 25,1568            | 3,5938              | 21,5564             | 8,6199              |
| 12:00                      | 17,5010           | 26,2653            | 3,7522              | 20,7750             | 6,2423              |
| 14:00                      | 15,2390           | 24,1238            | 3,4463              | 24,8859             | 8,1677              |
| 16:00                      | 12,4912           | 24,0004            | 3,4286              | 14,8343             | 5,7845              |
| 18:00                      | 10,9309           | 16,3659            | 2,3380              | 14,0171             | 4,7385              |
| 20:00                      | 9,2737            | 11,6854            | 1,6693              | 15,6418             | 2,7560              |
| sumatoria                  | 138,9659          | 166,8055           | 23,8294             | 192,1046            | 47,4707             |
| promedio m <sup>3</sup> /h | 9,9261            | 11,9147            | 1,7021              | 13,7218             | 3,3908              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Porcentaje de la demanda media semanal de diciembre 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 | 460,9239          | 150,0628           | 150,0628            | 461,8335            | 197,0629            |
| 08:00 | 143,5102          | 179,0104           | 179,0104            | 124,0550            | 132,1226            |
| 10:00 | 136,3372          | 211,1412           | 211,1412            | 157,0963            | 254,2161            |
| 12:00 | 176,3127          | 220,4453           | 220,4453            | 151,4021            | 184,0976            |
| 14:00 | 153,5244          | 202,4710           | 202,4710            | 181,3608            | 240,8810            |
| 16:00 | 125,8417          | 201,4352           | 201,4352            | 108,1077            | 170,5954            |
| 18:00 | 110,1229          | 137,3589           | 137,3589            | 102,1520            | 139,7462            |
| 20:00 | 93,4269           | 98,0754            | 98,0754             | 113,9926            | 81,2782             |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Consumos promedios semanal en m<sup>3</sup> de enero de 2014**

| 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         | 32,0049           | 24,7714            | 18,0799             | 28,5995             | 6,9038              |
| 08:00         | 19,3831           | 24,0403            | 25,6825             | 21,4371             | 26,5064             |
| 10:00         | 22,2772           | 20,9897            | 24,5936             | 36,5481             | 26,5783             |
| 12:00         | 23,4741           | 23,6965            | 33,4170             | 33,2163             | 26,4951             |
| 14:00         | 22,0010           | 25,1205            | 29,4856             | 25,6116             | 26,5111             |
| 16:00         | 19,3013           | 20,3181            | 22,9957             | 22,3407             | 26,4874             |
| 18:00         | 14,4920           | 19,2697            | 19,6625             | 22,5417             | 26,4971             |
| 20:00         | 11,2915           | 13,6488            | 15,7700             | 19,6804             | 26,4981             |
| sumatoria     | 164,2253          | 171,8550           | 189,6868            | 209,9753            | 192,4772            |
| promedio m3/h | 11,7304           | 12,2754            | 13,5491             | 14,9982             | 13,7484             |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Porcentaje de la demanda media semanal de enero de 2014**

| 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 | 272,8378          | 201,7982           | 133,4399            | 190,6856            | 50,2153             |
| 08:00 | 165,2389          | 195,8417           | 189,5520            | 142,9306            | 192,7965            |
| 10:00 | 189,9107          | 170,9907           | 181,5151            | 243,6824            | 193,3195            |
| 12:00 | 200,1139          | 193,0415           | 246,6373            | 221,4678            | 192,7148            |
| 14:00 | 187,5561          | 204,6413           | 217,6212            | 170,7642            | 192,8306            |
| 16:00 | 164,5410          | 165,5192           | 169,7215            | 148,9555            | 192,6582            |
| 18:00 | 123,5426          | 156,9790           | 145,1210            | 150,2955            | 192,7292            |
| 20:00 | 96,2590           | 111,1883           | 116,3921            | 131,2184            | 192,7359            |

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXVI. **Consumos promedios semanal en m<sup>3</sup> de febrero de 2014**

| <b>HORA</b>      | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 06:00            | 43,9780                          | 35,2018                           | 54,4725                            | 69,9495                            |
| 08:00            | 40,1627                          | 29,1862                           | 30,8818                            | 21,4914                            |
| 10:00            | 34,9010                          | 32,2044                           | 36,6095                            | 23,6819                            |
| 12:00            | 58,4420                          | 56,5758                           | 30,8692                            | 29,8119                            |
| 14:00            | 40,9115                          | 39,0822                           | 33,8864                            | 23,5965                            |
| 16:00            | 32,4996                          | 34,0724                           | 26,1752                            | 26,5647                            |
| 18:00            | 26,2048                          | 25,2591                           | 31,0834                            | 14,6513                            |
| 20:00            | 14,6665                          | 15,2085                           | 16,8135                            | 13,5503                            |
| sumatoria        | 291,7660                         | 266,7905                          | 260,7915                           | 223,2975                           |
| promedio<br>m3/h | 20,8404                          | 19,0565                           | 18,6280                            | 15,9498                            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Porcentaje de la demanda media semanal de enero de 2014**

| <b>HORA</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 06:00       | 211,0227                         | 184,7238                          | 292,4231                           | 438,5599                           |
| 08:00       | 192,7151                         | 153,1565                          | 165,7822                           | 134,7440                           |
| 10:00       | 167,4680                         | 168,9947                          | 196,5300                           | 148,4777                           |
| 12:00       | 280,4262                         | 296,8853                          | 165,7140                           | 186,9105                           |
| 14:00       | 196,3082                         | 205,0865                          | 181,9113                           | 147,9419                           |
| 16:00       | 155,9447                         | 178,7970                          | 140,5156                           | 166,5515                           |
| 18:00       | 125,7400                         | 132,5487                          | 166,8642                           | 91,8585                            |
| 20:00       | 70,3750                          | 79,8074                           | 90,2596                            | 84,9560                            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Consumo promedio durante noviembre de 2013**

| <b>HORA</b> | <b>Consumo<br/>m<sup>3</sup></b> | <b>Porcentaje<br/>Demanda<br/>Media</b> |
|-------------|----------------------------------|---|
| 06:00       | 22,8624                          | 195,2026                                |
| 08:00       | 19,0806                          | 162,9130                                |
| 10:00       | 22,1513                          | 189,1315                                |
| 12:00       | 25,6638                          | 219,1215                                |
| 14:00       | 22,7967                          | 194,6416                                |
| 16:00       | 22,3483                          | 190,8136                                |
| 18:00       | 18,0852                          | 154,4139                                |
| 20:00       | 10,9816                          | 93,7623                                 |
| Suma        | 163,9698                         |   |
| Prom m3/h   | 11,7121                          |   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Consumo promedio durante diciembre de 2013**

| <b>HORA</b> | <b>Consumo<br/>m<sup>3</sup></b> | <b>Porcentaje<br/>Demanda<br/>Media</b> |
|-------------|----------------------------------|---|
| 06:00       | 32,9275                          | 291,6596                                |
| 08:00       | 17,6482                          | 156,3214                                |
| 10:00       | 19,8132                          | 175,4984                                |
| 12:00       | 20,7460                          | 183,7604                                |
| 14:00       | 20,5431                          | 181,9635                                |
| 16:00       | 20,3588                          | 180,3306                                |
| 18:00       | 14,3109                          | 126,7604                                |
| 20:00       | 11,7080                          | 103,7053                                |
| Suma        | 158,0557                         |   |
| Prom m3/h   | 11,2897                          |   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Consumo promedio durante enero de 2014**

| <b>HORA</b> | <b>Consumo<br/>m<sup>3</sup></b> | <b>Porcentaje<br/>Demanda<br/>Media</b> |
|-------------|----------------------------------|---|
| 06:00       | 22,0719                          | 166,4512                                |
| 08:00       | 23,4099                          | 176,5413                                |
| 10:00       | 26,1974                          | 197,5628                                |
| 12:00       | 28,0598                          | 211,6080                                |
| 14:00       | 25,7460                          | 194,1585                                |
| 16:00       | 22,2886                          | 168,0856                                |
| 18:00       | 20,4926                          | 154,5414                                |
| 20:00       | 17,3778                          | 131,0513                                |
| Suma        | 185,6439                         |   |
| Prom m3/h   | 13,2603                          |   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Consumo promedio durante febrero de 2014**

| <b>HORA</b> | <b>Consumo<br/>m<sup>3</sup></b> | <b>Porcentaje<br/>Demanda<br/>Media</b> |
|-------------|----------------------------------|---|
| 06:00       | 50,9005                          | 273,3839                                |
| 08:00       | 30,4305                          | 163,4409                                |
| 10:00       | 31,8492                          | 171,0607                                |
| 12:00       | 43,9247                          | 235,9176                                |
| 14:00       | 34,3691                          | 184,5950                                |
| 16:00       | 29,8279                          | 160,2045                                |
| 18:00       | 24,2996                          | 130,5121                                |
| 20:00       | 15,0597                          | 80,8849                                 |
| Suma        | 260,6614                         |   |
| Prom m3/h   | 18,6187                          |   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013**

| <b>DIA</b>         | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 30</b> |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| VIERNES            | -----                            | 34,0238                           | 25,2340                            | 27,7721                            | 22,6946                            |
| SABADO             | 24,9224                          | 27,9228                           | 29,8897                            | 26,8088                            | 24,7761                            |
| DOMINGO            | 25,5459                          | 20,6038                           | 27,8566                            | 22,2830                            | -----                              |
| LUNES              | 33,6307                          | 28,0675                           | 29,7103                            | 16,0905                            | -----                              |
| MARTES             | 32,1824                          | 31,8197                           | 29,1536                            | 53,6830                            | -----                              |
| MIERCOLES          | 32,1112                          | 33,4687                           | 26,5311                            | 21,8367                            | -----                              |
| JUEVES             | 27,7123                          | 34,3008                           | 25,9193                            | 23,2975                            | -----                              |
| sumatoria          | 176,1049                         | 210,2072                          | 194,2945                           | 191,7716                           | 47,4707                            |
| promedio<br>m3/día | 25,1578                          | 30,0296                           | 27,7564                            | 27,3959                            | 6,7815                             |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de noviembre de 2013**

| <b>HORA</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 30</b> |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| VIERNES     | -----                            | 113,3009                          | 90,9125                            | 101,3729                           | 334,6535                           |
| SABADO      | 99,0640                          | 92,9843                           | 107,6861                           | 97,8567                            | 365,3465                           |
| DOMINGO     | 101,5426                         | 68,6116                           | 100,3610                           | 81,3369                            | -----                              |
| LUNES       | 133,6789                         | 93,4662                           | 107,0398                           | 58,7331                            | -----                              |
| MARTES      | 127,9220                         | 105,9610                          | 105,0338                           | 195,9524                           | -----                              |
| MIERCOLES   | 127,6389                         | 111,4524                          | 95,5856                            | 79,7080                            | -----                              |
| JUEVES      | 110,1535                         | 114,2235                          | 93,3813                            | 85,0400                            | -----                              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013**

| <b>DIA</b>                   | <b>SEMANA DEL 1 AL 7</b> | <b>SEMANA DEL 8 AL 14</b> | <b>SEMANA DEL 15 AL 21</b> | <b>SEMANA DEL 22 AL 28</b> | <b>SEMANA DEL 29 AL 31</b> |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| DOMINGO                      | 31,9965                  | 29,3538                   | 29,5161                    | 31,7545                    | 32,0608                    |
| LUNES                        | 36,1529                  | 21,8680                   | 27,9463                    | 29,7794                    | 24,8228                    |
| MARTES                       | 21,4543                  | 25,4513                   | 22,3945                    | -----                      | 23,2960                    |
| MIERCOLES                    | 26,4301                  | 24,0834                   | 29,4398                    | -----                      | -----                      |
| JUEVES                       | 16,3719                  | 20,7293                   | 27,4719                    | 83,2023                    | -----                      |
| VIERNES                      | 3,4956                   | 25,0988                   | 44,9976                    | 20,3804                    | -----                      |
| SABADO                       | 3,0645                   | 20,2208                   | 30,4567                    | 26,9881                    | -----                      |
| sumatoria                    | 138,9659                 | 166,8055                  | 212,2230                   | 192,1046                   | 80,1796                    |
| promedio m <sup>3</sup> /día | 19,8523                  | 23,8294                   | 30,3176                    | 27,4435                    | 11,4542                    |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de diciembre de 2013**

| <b>HORA</b> | <b>SEMANA DEL 1 AL 7</b> | <b>SEMANA DEL 8 AL 14</b> | <b>SEMANA DEL 15 AL 21</b> | <b>SEMANA DEL 22 AL 28</b> | <b>SEMANA DEL 29 AL 31</b> |
|-------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| DOMINGO     | 161,1732                 | 123,1836                  | 97,3564                    | 115,7086                   | 279,9037                   |
| LUNES       | 182,1096                 | 91,7693                   | 92,1785                    | 108,5115                   | 216,7130                   |
| MARTES      | 108,0700                 | 106,8063                  | 73,8665                    | -----                      | 203,3833                   |
| MIERCOLES   | 133,1341                 | 101,0662                  | 97,1047                    | -----                      | -----                      |
| JUEVES      | 82,4686                  | 86,9905                   | 90,6139                    | 303,1763                   | -----                      |
| VIERNES     | 17,6078                  | 105,3274                  | 148,4210                   | 74,2629                    | -----                      |
| SABADO      | 15,4366                  | 84,8569                   | 100,4588                   | 98,3407                    | -----                      |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Demanda diaria durante las semanas de enero de 2014**

| <b>DIA</b>         | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15 AL<br/>21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22 AL<br/>28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29 AL<br/>31</b> |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| MIERCOLES          | -----                            | 30,7404                           | 31,6500                            | 34,2100                            | 69,5320                            |
| JUEVES             | 99,5390                          | 25,5684                           | 24,6432                            | 25,5484                            | 61,8363                            |
| VIERNES            | 24,0853                          | 21,7577                           | 22,5358                            | 24,0397                            | 61,1090                            |
| SABADO             | 20,8221                          | 22,9009                           | 24,3335                            | 29,8134                            | -----                              |
| DOMINGO            | 27,7023                          | 24,7328                           | 27,8138                            | 35,4761                            | -----                              |
| LUNES              | 20,8146                          | 21,9488                           | 29,0024                            | 28,9810                            | -----                              |
| MARTES             | 25,9029                          | 24,2060                           | 29,7081                            | 31,9068                            | -----                              |
| sumatoria          | 218,8661                         | 171,8550                          | 189,6868                           | 209,9753                           | 192,4772                           |
| promedio<br>m3/día | 31,2666                          | 24,5507                           | 27,0981                            | 29,9965                            | 27,4967                            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de enero de 2014**

| <b>DIA</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 31</b> |
|------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| MIERCOLES  | -----                            | 125,2120                          | 116,7976                           | 114,0467                           | 252,8735                           |
| JUEVES     | 318,3558                         | 104,1452                          | 90,9406                            | 85,1712                            | 224,8857                           |
| VIERNES    | 77,0322                          | 88,6233                           | 83,1639                            | 80,1418                            | 222,2408                           |
| SABADO     | 66,5953                          | 93,2800                           | 89,7979                            | 99,3897                            | -----                              |
| DOMINGO    | 88,6002                          | 100,7417                          | 102,6410                           | 118,2675                           | -----                              |
| LUNES      | 66,5712                          | 89,4019                           | 107,0275                           | 96,6147                            | -----                              |
| MARTES     | 82,8452                          | 98,5959                           | 109,6316                           | 106,3684                           | -----                              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014**

| <b>DIA</b>         | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| SABADO             | 76,4247                          | 49,1973                           | 42,6921                            | 62,8274                            |
| DOMINGO            | 32,6286                          | 35,4897                           | 31,6053                            | 42,7992                            |
| LUNES              | 32,2114                          | 32,6170                           | 35,6878                            | 31,5143                            |
| MARTES             | 37,7486                          | 38,4664                           | 34,0501                            | 29,7198                            |
| MIERCOLES          | 35,2819                          | 37,9296                           | 57,9625                            | 33,0663                            |
| JUEVES             | 37,9824                          | 38,5471                           | 30,1927                            | 14,9347                            |
| VIERNES            | 38,9514                          | 34,5433                           | 28,6010                            | 8,4357                             |
| sumatoria          | 291,2290                         | 266,7905                          | 260,7915                           | 223,2975                           |
| promedio<br>m3/día | 41,6041                          | 38,1129                           | 37,2559                            | 31,8996                            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Porcentaje de la demanda diaria durante las semanas de febrero de 2014**

| <b>DIA</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> |
|------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| SABADO     | 183,6950                         | 129,0829                          | 114,5915                           | 196,9535                           |
| DOMINGO    | 78,4263                          | 93,1173                           | 84,8329                            | 134,1684                           |
| LUNES      | 77,4235                          | 85,5800                           | 95,7909                            | 98,7919                            |
| MARTES     | 90,7328                          | 100,9274                          | 91,3950                            | 93,1666                            |
| MIERCOLES  | 84,8039                          | 99,5189                           | 155,5793                           | 103,6574                           |
| JUEVES     | 91,2948                          | 101,1393                          | 81,0413                            | 46,8178                            |
| VIERNES    | 93,6238                          | 90,6341                           | 76,7690                            | 26,4446                            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Consumos promedios diarios en m<sup>3</sup> durante el período de investigación**

| HORA         | LUNES   | MARTES  | MIÉRCOLES | JUEVES  | VIERNES | SÁBADO  | DOMINGO |
|--------------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 06:00        | 3,7536  | 4,8306  | 6,3761    | 6,0901  | 3,2159  | 6,6797  | 5,5551  |
| 08:00        | 3,2974  | 2,9332  | 3,7858    | 3,2383  | 4,1561  | 4,8542  | 3,8671  |
| 10:00        | 4,1151  | 3,7658  | 4,2865    | 3,9176  | 4,3255  | 4,5477  | 4,4668  |
| 12:00        | 4,6310  | 4,7508  | 4,9881    | 4,8714  | 4,9482  | 5,3585  | 4,5782  |
| 14:00        | 3,8120  | 4,1388  | 4,9561    | 4,9660  | 3,9879  | 4,3953  | 3,8604  |
| 16:00        | 3,5504  | 2,8511  | 4,5668    | 4,1526  | 4,1529  | 4,1898  | 4,0654  |
| 18:00        | 3,0106  | 3,5803  | 3,5771    | 3,0736  | 3,1482  | 3,2097  | 2,9082  |
| 20:00        | 2,1150  | 2,0401  | 2,4152    | 2,8172  | 2,3294  | 1,9799  | 2,7712  |
| Suma         | 28,2850 | 28,8908 | 34,9516   | 33,1269 | 30,2641 | 35,2148 | 32,0725 |
| Prom<br>m3/h | 2,0204  | 2,0636  | 2,4965    | 2,3662  | 2,1617  | 2,5153  | 2,2909  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Porcentaje del promedio diario del período de investigación**

| HORA  | LUNES    | MARTES   | MIÉRCOLES | JUEVES   | VIERNES  | SÁBADO   | DOMINGO  |
|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 185,7883 | 234,0824 | 255,3971  | 257,3798 | 148,7663 | 265,5600 | 242,4880 |
| 08:00 | 163,2108 | 142,1403 | 151,6403  | 136,8552 | 192,2587 | 192,9828 | 168,8031 |
| 10:00 | 203,6807 | 182,4864 | 171,6962  | 165,5666 | 200,0934 | 180,7980 | 194,9806 |
| 12:00 | 229,2149 | 230,2147 | 199,7987  | 205,8728 | 228,9018 | 213,0340 | 199,8442 |
| 14:00 | 188,6800 | 200,5601 | 198,5196  | 209,8722 | 184,4778 | 174,7381 | 168,5094 |
| 16:00 | 175,7318 | 138,1616 | 182,9234  | 175,4953 | 192,1122 | 166,5687 | 177,4607 |
| 18:00 | 149,0111 | 173,4956 | 143,2825  | 129,8975 | 145,6344 | 127,6034 | 126,9466 |
| 20:00 | 104,6824 | 98,8589  | 96,7423   | 119,0605 | 107,7555 | 78,7150  | 120,9674 |

Fuente: elaboración propia.



Tabla XLII. **Consumo promedio y por ciento de la demanda media durante el período de investigación**

| HORA      | CONSUMO M3 | Porcentaje Demanda Media |
|-----------|------------|--------------------------|
| 06:00     | 5,2145     | 229,4                    |
| 08:00     | 3,7332     | 164,2                    |
| 10:00     | 4,2036     | 184,9                    |
| 12:00     | 4,8752     | 214,4                    |
| 14:00     | 4,3024     | 189,2                    |
| 16:00     | 3,9327     | 173,0                    |
| 18:00     | 3,2154     | 141,4                    |
| 20:00     | 2,3526     | 103,5                    |
| Total m3  | 31,8294    |                          |
| prom m3/h | 2,2735     |                          |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Cálculo de la demanda diaria promedio durante el período de investigación**

|                                       | LUN    | MAR    | MIÉR   | JUEV   | VIER   | SÁB    | DOM    | DEMANDA PROMEDIO |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| <b>CONSUMO M3</b>                     | 480,84 | 491,14 | 524,27 | 563,15 | 467,75 | 178,60 | 115,72 | 403,07           |
| <b>PORCENTAJE DE LA DEMANDA MEDIA</b> | 119,3  | 121,9  | 130,1  | 139,7  | 116,0  | 44,3   | 28,7   | 100,0            |

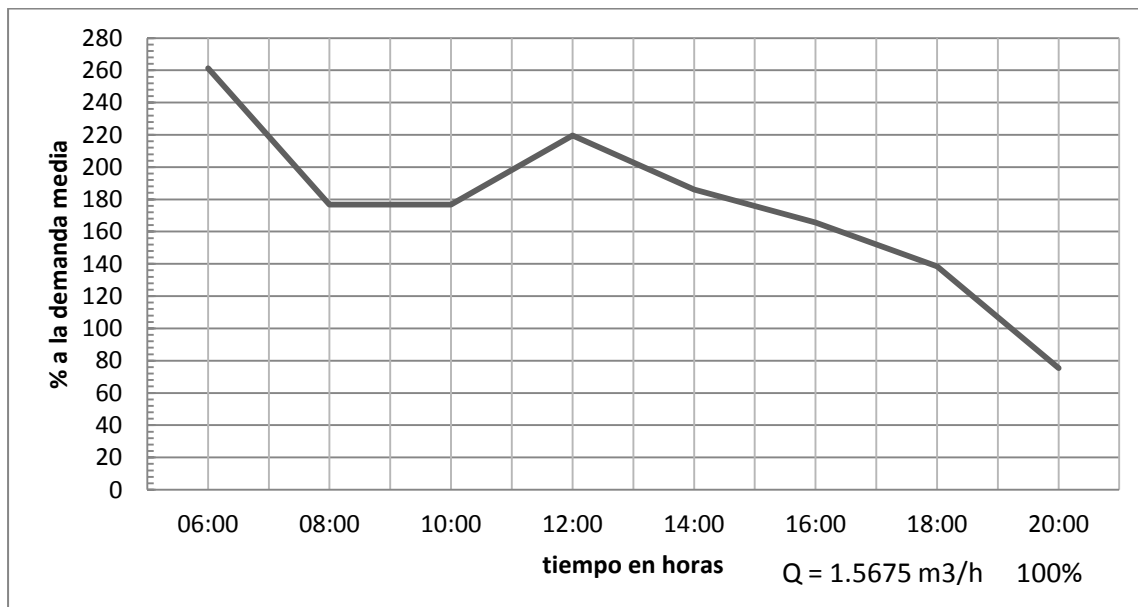
Fuente: elaboración propia.

### 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 viernes de noviembre de 2013; las gráficas del resto de los días se presentan en el apéndice, de la figura 1 a la figura 27.

Figura 15. **Demanda promedio de los viernes de noviembre de 2013**

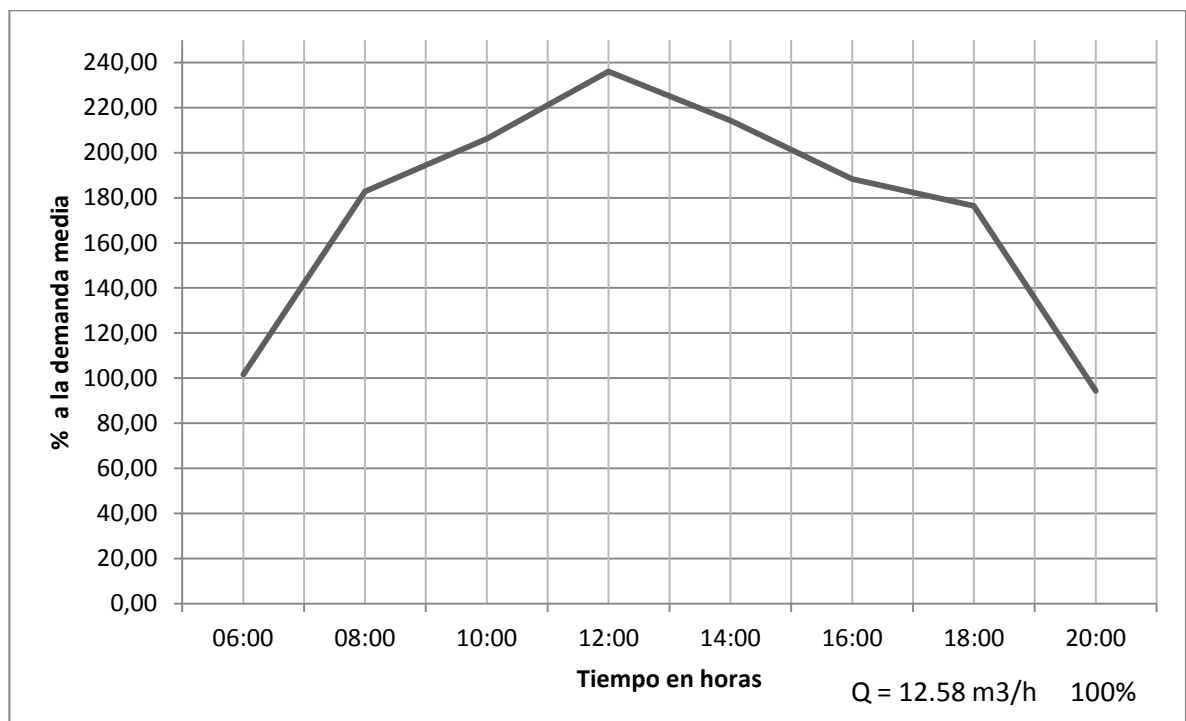


Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

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 noviembre de 2013; las gráficas del resto de las semanas se presentan en el apéndice, de la figura 28 a la figura 46.

Figura 16. **Demanda promedio de la semana del 1 al 7 de noviembre de 2013**

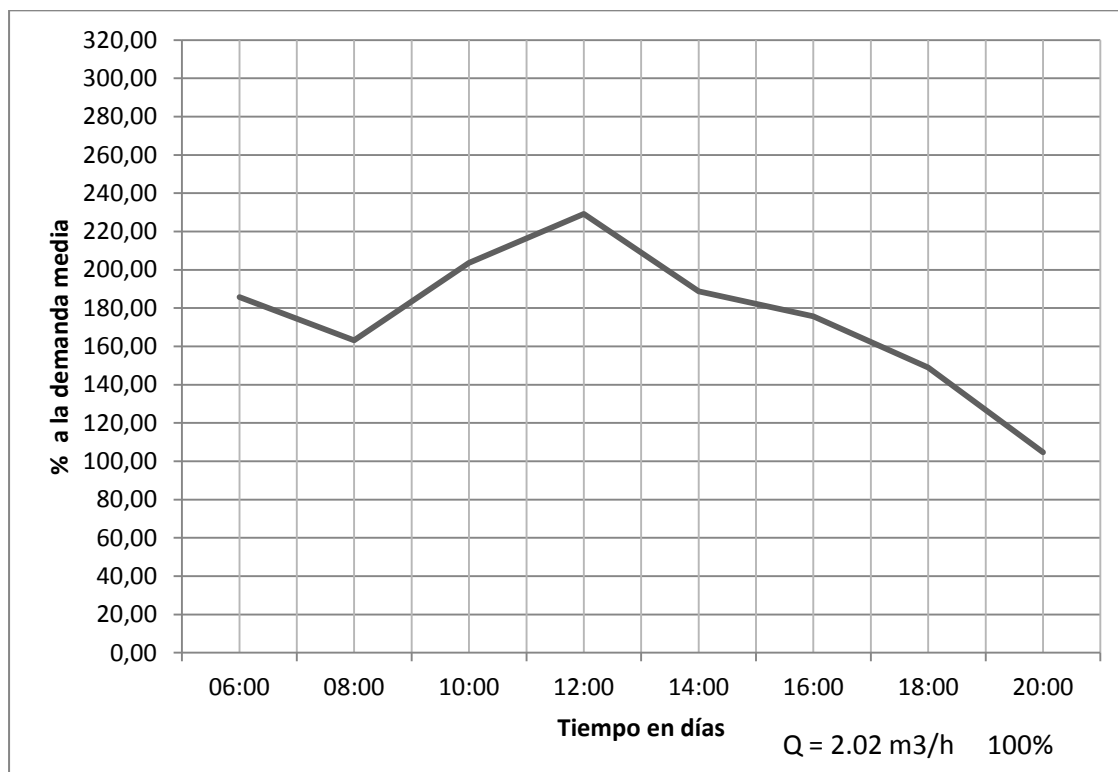


Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

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 período de investigación. Las gráficas del resto de los días de la semana se presentan en el apéndice, de la figura 47 a la figura 53.

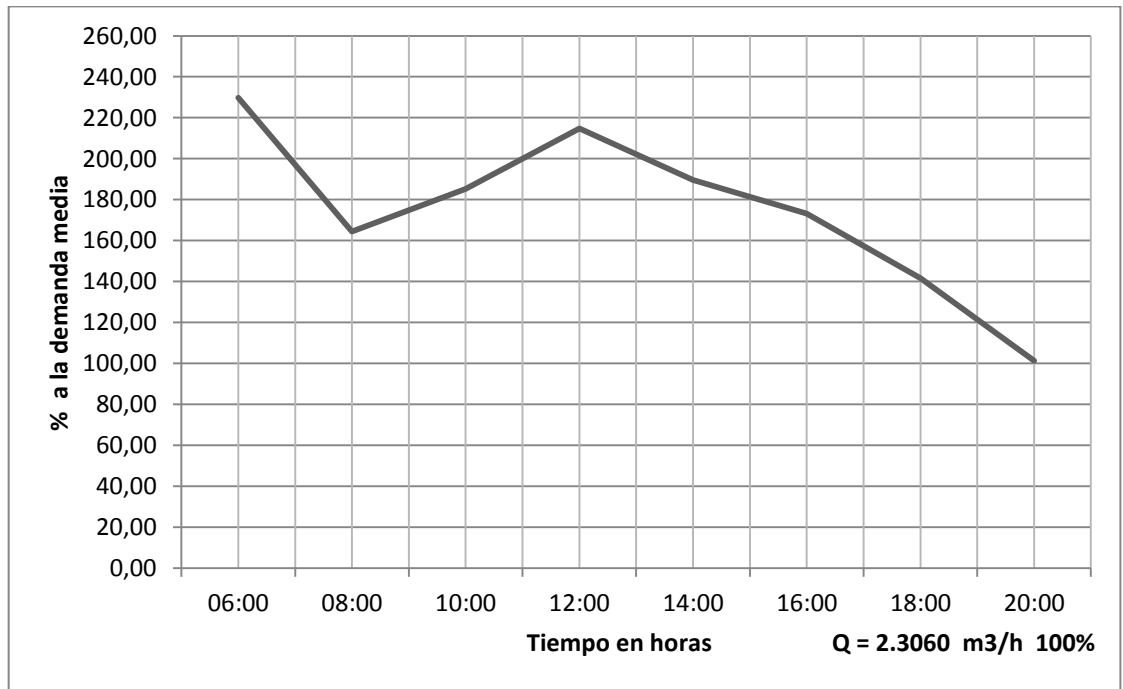
Figura 17. **Demanda promedio de los lunes del período de investigación**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

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

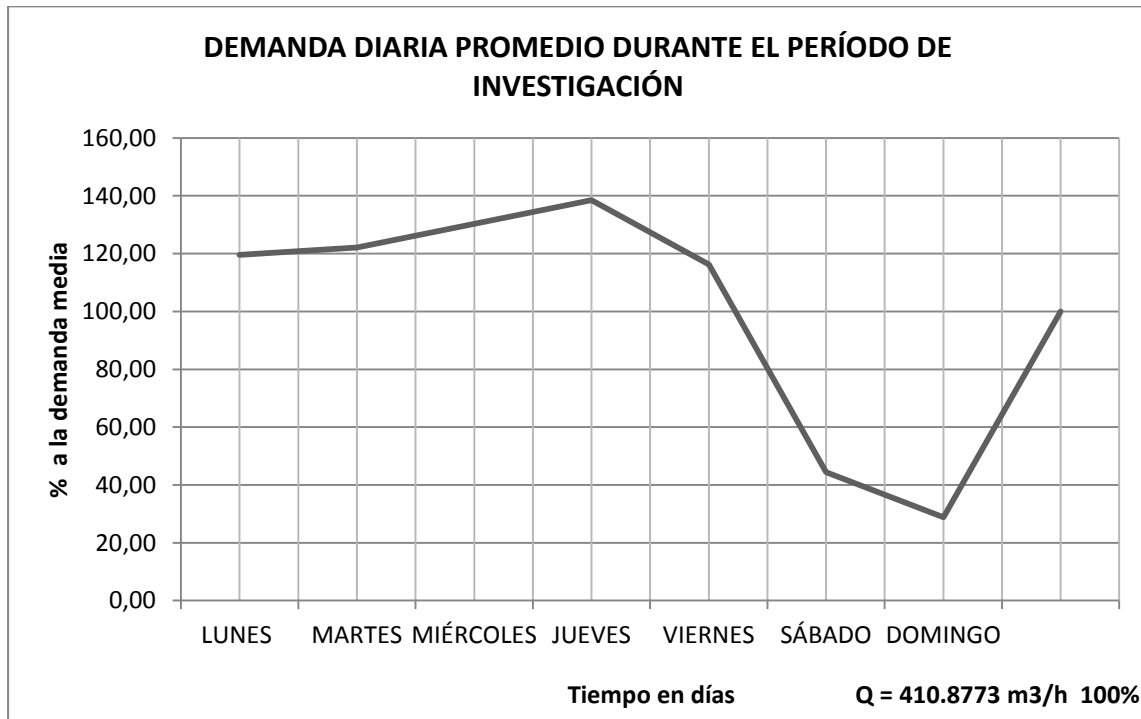
Figura 18. **Demanda promedio general del período de investigación**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel 2010.

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

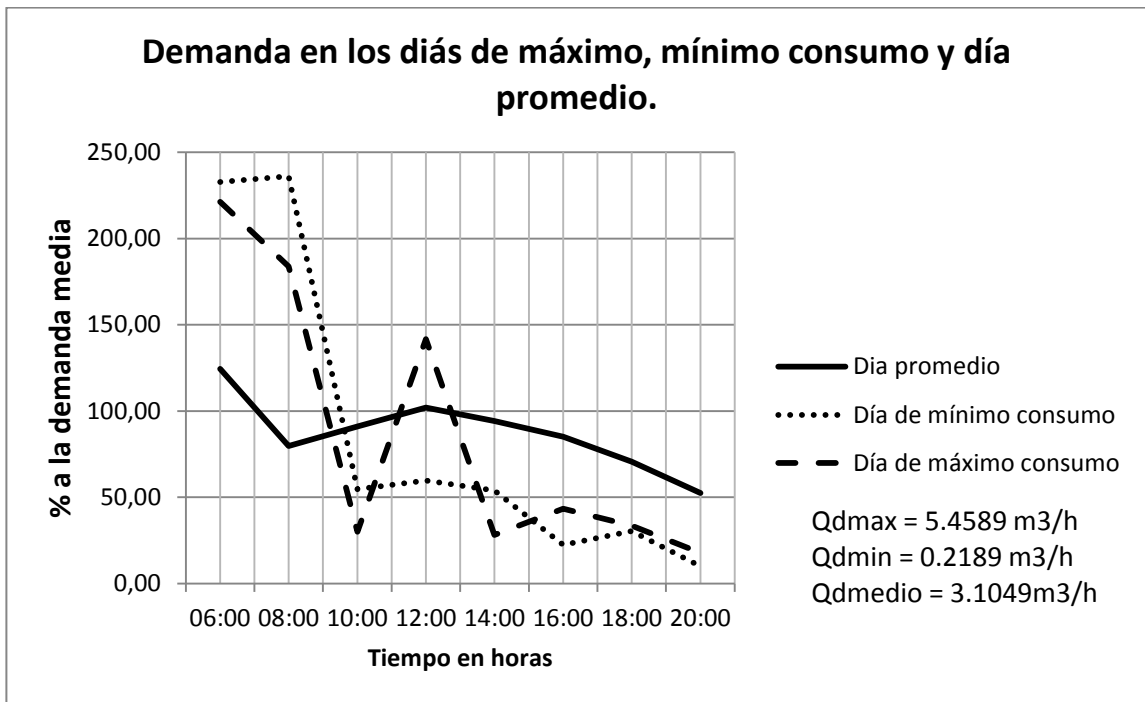
Figura 19. Demanda diaria promedio en el período de investigación



Fuente: elaboración propia, con programa 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, con programa Excel 2010.





## 6. DISCUSIONES

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

- 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 79,69 litros por habitante por 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 litros por habitante por 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.

- 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 Chuc Muc.

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

|  | <b>Parámetros utilizados en el diseño (según Guías de diseño)</b> | <b>Parámetros encontrados en la investigación</b> |
|--|---|---|
| Dotación de consumo                        | 150 lt/hab/día  | 79,7 lt/hab/día                                   |
| Coeficiente de variación diaria ( $K_1$ )  | 1,5   | 1,4   |
| Coeficiente de variación horaria ( $K_2$ ) | 2   | 1,96  |

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 de la fase II, permitió determinar la cuota *per cápita* real de consumo en la comunidad Chuq Muc, en el Sector II, el cual fue de 79,69 litros por habitante por día. Este valor está por debajo del valor por el cual fue diseñado el sistema de abastecimiento de agua, que fue de 150 litros por habitante por 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 en la fase I y fase II 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 en el estudio de la fase II, con un valor de 147,5 litros por habitante por día, permite saber que el sistema de agua potable en la aldea Chuq Muc, sigue abasteciendo de forma eficiente a toda la población, ya que la dotación de consumo tiene un valor de 79,69 litros por habitante por día.

4. Los parámetros de la fase I con los encontrados actualmente, son datos casi coincidentes, existe una pequeña diferencia entre ambos dentro del rango de diseño, esto se debe, a que algunos contadores se encontraban con daños y en algunas casas se observaron fugas de agua en las tuberías.
  
5. 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. Según las condiciones del servicio y la capacidad económica que se brinde para este estudio, continuar las 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.
2. Antes de empezar a realizar las lecturas a los contadores, es fundamental realizar una revisión, para verificar que se encuentren en un buen estado para obtener resultados de mayor exactitud.
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 RUÍZ, 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. 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*. Volumen I. Guatemala: MSPAS; INFOM, 2011. 62 p.
  
7. Instituto de Fomento Municipal; 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**



**Apéndice 1. Tablas de recopilación de información, cálculos, cuadros analíticos**

A continuación se presentan las anotaciones de lecturas de contadores de febrero 2014 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 LECTURA**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 10                 |

**Apéndice 2. Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 10**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 335,7077 | 336,1255 | 336,3725 | 336,8248 | 337,2237 | 337,6967 | 338,1200 |
| 08:00 | 335,7651 | 336,1602 | 336,3975 | 336,8501 | 337,3096 | 337,7586 | 338,1599 |
| 10:00 | 335,8217 | 336,2078 | 336,4244 | 336,8970 | 337,3428 | 337,8346 | 338,1975 |
| 12:00 | 335,8273 | 336,2742 | 336,5573 | 336,9440 | 337,4364 | 337,8578 | 338,2737 |
| 14:00 | 335,8620 | 336,2974 | 336,6021 | 337,0579 | 337,4685 | 337,9297 | 338,3308 |
| 16:00 | 335,9185 | 336,3104 | 336,7299 | 337,1270 | 337,5308 | 338,0059 | 338,4049 |
| 18:00 | 335,9876 | 336,3405 | 336,7731 | 337,1952 | 337,5883 | 338,0382 | 338,4592 |
| 20:00 | 336,0495 | 336,3431 | 336,7831 | 337,1971 | 337,6449 | 338,1005 | 338,4805 |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 3. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 10**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 338,8060   | 339,1482   | 339,6596   | 340,1320   | 340,4880    | 340,9726    | 341,2632    |
| 08:00       | 338,8666   | 339,2073   | 339,7240   | 340,1612   | 340,5198    | 341,0145    | 341,2689    |
| 10:00       | 338,9257   | 339,2486   | 339,7982   | 340,2416   | 340,5775    | 341,0579    | 341,3147    |
| 12:00       | 338,9436   | 339,3056   | 339,8185   | 340,2923   | 340,6284    | 341,1072    | 341,3699    |
| 14:00       | 338,9829   | 339,3968   | 339,8799   | 340,3248   | 340,7313    | 341,1172    | 341,4281    |
| 16:00       | 339,0203   | 339,4937   | 339,9698   | 340,4253   | 340,7940    | 341,1868    | 341,4700    |
| 18:00       | 339,0975   | 339,5186   | 340,0300   | 340,4458   | 340,9001    | 341,2290    | 341,5161    |
| 20:00       | 339,1027   | 339,5467   | 340,0449   | 340,4829   | 340,9150    | 341,2290    | 341,5518    |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 4. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 10**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 341,8394   | 342,1974   | 342,6247   | 342,8584   | 343,4678    | 343,6789    | 344,1918    |
| 08:00       | 341,8835   | 342,2544   | 342,7083   | 342,8604   | 343,5089    | 343,7474    | 344,2373    |
| 10:00       | 341,9324   | 342,2976   | 342,7679   | 342,8621   | 343,5311    | 343,8381    | 344,3118    |
| 12:00       | 341,9671   | 342,3831   | 342,8249   | 342,9316   | 343,5590    | 343,9072    | 344,3693    |
| 14:00       | 342,0296   | 342,4541   | 342,8289   | 343,0027   | 343,5871    | 343,9759    | 344,4188    |
| 16:00       | 342,1264   | 342,4636   | 342,8305   | 343,1460   | 343,5952    | 344,0076    | 344,4789    |
| 18:00       | 342,1449   | 342,5663   | 342,8320   | 343,2157   | 343,6272    | 344,0665    | 344,5094    |
| 20:00       | 342,1637   | 342,6000   | 342,8442   | 343,3574   | 343,6441    | 344,1663    | 344,5745    |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 10**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 344,8020 | 344,9237 | 345,3363 | 345,7316 | 346,1427 | 346,1474 | 346,1482 |
| 08:00 | 344,8365 | 344,9555 | 345,4044 | 345,8032 | 346,1433 | 346,1475 | 346,1483 |
| 10:00 | 344,8476 | 345,0123 | 345,4851 | 345,8656 | 346,1440 | 346,1476 | 346,1484 |
| 12:00 | 344,8554 | 345,0656 | 345,4913 | 345,9228 | 346,1447 | 346,1478 | 346,1486 |
| 14:00 | 344,8675 | 345,1258 | 345,5232 | 345,9735 | 346,1454 | 346,1479 | 346,1487 |
| 16:00 | 344,8688 | 345,1637 | 345,5766 | 346,0343 | 346,1461 | 346,1480 | 346,1493 |
| 18:00 | 344,8984 | 345,2360 | 345,6201 | 346,0910 | 346,1467 | 346,1481 | 346,1499 |
| 20:00 | 344,9065 | 345,2783 | 345,6765 | 346,1427 | 346,1474 | 346,1482 | 346,1505 |

Fuente: elaboración propia.

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

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

Apéndice 6. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 11**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 322,6411 | 322,6455 | 322,6511 | 322,6556 | 322,6596 | 322,6656 | 322,6676 |
| 08:00 | 322,6411 | 322,6464 | 322,6511 | 322,6556 | 322,6605 | 322,6658 | 322,6692 |
| 10:00 | 322,6417 | 322,6466 | 322,6511 | 322,6561 | 322,6607 | 322,6658 | 322,6719 |
| 12:00 | 322,6421 | 322,6477 | 322,6519 | 322,6569 | 322,6613 | 322,6665 | 322,6734 |
| 14:00 | 322,6428 | 322,6480 | 322,6528 | 322,6579 | 322,6625 | 322,6667 | 322,6740 |
| 16:00 | 322,6436 | 322,6498 | 322,6534 | 322,6579 | 322,6632 | 322,6673 | 322,6754 |
| 18:00 | 322,6447 | 322,6502 | 322,6545 | 322,6586 | 322,6639 | 322,6673 | 322,6763 |
| 20:00 | 322,6455 | 322,6505 | 322,6545 | 322,6592 | 322,6649 | 322,6673 | 322,6763 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 11**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 322,6998 | 322,7039 | 322,7067 | 322,7121 | 322,7186 | 322,7216 | 322,7273 |
| 08:00 | 322,6998 | 322,7060 | 322,7076 | 322,7125 | 322,7196 | 322,7216 | 322,7279 |
| 10:00 | 322,7005 | 322,7060 | 322,7088 | 322,7132 | 322,7203 | 322,7225 | 322,7279 |
| 12:00 | 322,7009 | 322,7060 | 322,7088 | 322,7132 | 322,7205 | 322,7232 | 322,7299 |
| 14:00 | 322,7019 | 322,7060 | 322,7090 | 322,7141 | 322,7205 | 322,7241 | 322,7299 |
| 16:00 | 322,7019 | 322,7060 | 322,7097 | 322,7149 | 322,7205 | 322,7244 | 322,7303 |
| 18:00 | 322,7023 | 322,7060 | 322,7103 | 322,7154 | 322,7216 | 322,7253 | 322,7305 |
| 20:00 | 322,7023 | 322,7060 | 322,7114 | 322,7168 | 322,7216 | 322,7260 | 322,7307 |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 8. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 11**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 322,7316   | 322,7369   | 322,7418   | 322,7463   | 322,7499    | 322,7536    | 322,7580    |
| 08:00       | 322,7325   | 322,7376   | 322,7422   | 322,7463   | 322,7499    | 322,7536    | 322,7587    |
| 10:00       | 322,7332   | 322,7383   | 322,7434   | 322,7470   | 322,7509    | 322,7539    | 322,7595    |
| 12:00       | 322,7333   | 322,7383   | 322,7440   | 322,7482   | 322,7512    | 322,7550    | 322,7616    |
| 14:00       | 322,7340   | 322,7389   | 322,7440   | 322,7482   | 322,7522    | 322,7559    | 322,7623    |
| 16:00       | 322,7340   | 322,7395   | 322,7441   | 322,7488   | 322,7522    | 322,7561    | 322,7632    |
| 18:00       | 322,7355   | 322,7406   | 322,7451   | 322,7497   | 322,7527    | 322,7567    | 322,7633    |
| 20:00       | 322,7361   | 322,7406   | 322,7458   | 322,7497   | 322,7527    | 322,7573    | 322,7640    |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 9. Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 11**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 322,7650   | 322,7672   | 322,7752   | 322,7759   | 322,7784    | 322,7832    | 322,7882    |
| 08:00       | 322,7650   | 322,7681   | 322,7755   | 322,7759   | 322,7784    | 322,7832    | 322,7887    |
| 10:00       | 322,7657   | 322,7705   | 322,7755   | 322,7759   | 322,7789    | 322,7842    | 322,7888    |
| 12:00       | 322,7661   | 322,7705   | 322,7759   | 322,7759   | 322,7793    | 322,7848    | 322,7899    |
| 14:00       | 322,7663   | 322,7715   | 322,7759   | 322,7759   | 322,7805    | 322,7851    | 322,7902    |
| 16:00       | 322,7663   | 322,7718   | 322,7759   | 322,7759   | 322,7812    | 322,7851    | 322,7917    |
| 18:00       | 322,7665   | 322,7728   | 322,7759   | 322,7760   | 322,7821    | 322,7869    | 322,7917    |
| 20:00       | 322,7665   | 322,7745   | 322,7759   | 322,7760   | 322,7825    | 322,7878    | 322,7917    |

Fuente: elaboración propia.

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

**ANOTACIONES DE CONSUMO**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 12                 |

Apéndice 10. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 12**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 635,0164 | 635,0251 | 635,0360 | 635,0448 | 635,0527 | 635,0646 | 635,0686 |
| 08:00 | 635,0164 | 635,0267 | 635,0360 | 635,0448 | 635,0545 | 635,0649 | 635,0716 |
| 10:00 | 635,0176 | 635,0272 | 635,0360 | 635,0460 | 635,0550 | 635,0649 | 635,0770 |
| 12:00 | 635,0183 | 635,0294 | 635,0377 | 635,0473 | 635,0561 | 635,0663 | 635,0799 |
| 14:00 | 635,0197 | 635,0299 | 635,0394 | 635,0494 | 635,0585 | 635,0667 | 635,0811 |
| 16:00 | 635,0213 | 635,0334 | 635,0406 | 635,0494 | 635,0598 | 635,0680 | 635,0839 |
| 18:00 | 635,0235 | 635,0343 | 635,0427 | 635,0507 | 635,0612 | 635,0680 | 635,0855 |
| 20:00 | 635,0250 | 635,0348 | 635,0427 | 635,0520 | 635,0632 | 635,0680 | 635,0855 |

Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 11. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 12**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 635,1320   | 635,1400   | 635,1455   | 635,1561   | 635,1689    | 635,1748    | 635,1860    |
| 08:00       | 635,1320   | 635,1441   | 635,1472   | 635,1568   | 635,1708    | 635,1748    | 635,1871    |
| 10:00       | 635,1333   | 635,1441   | 635,1497   | 635,1583   | 635,1723    | 635,1766    | 635,1871    |
| 12:00       | 635,1341   | 635,1441   | 635,1497   | 635,1583   | 635,1725    | 635,1779    | 635,1911    |
| 14:00       | 635,1360   | 635,1441   | 635,1500   | 635,1601   | 635,1725    | 635,1797    | 635,1911    |
| 16:00       | 635,1360   | 635,1441   | 635,1514   | 635,1616   | 635,1725    | 635,1802    | 635,1919    |
| 18:00       | 635,1367   | 635,1441   | 635,1526   | 635,1626   | 635,1748    | 635,1821    | 635,1923    |
| 20:00       | 635,1367   | 635,1441   | 635,1547   | 635,1653   | 635,1748    | 635,1835    | 635,1928    |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 12. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 12**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 635,1945   | 635,2050   | 635,2145   | 635,2234   | 635,2305    | 635,2378    | 635,2464    |
| 08:00       | 635,1962   | 635,2062   | 635,2154   | 635,2234   | 635,2305    | 635,2378    | 635,2478    |
| 10:00       | 635,1976   | 635,2076   | 635,2177   | 635,2248   | 635,2324    | 635,2384    | 635,2493    |
| 12:00       | 635,1978   | 635,2077   | 635,2188   | 635,2272   | 635,2331    | 635,2405    | 635,2536    |
| 14:00       | 635,1992   | 635,2089   | 635,2188   | 635,2272   | 635,2350    | 635,2423    | 635,2550    |
| 16:00       | 635,1992   | 635,2100   | 635,2192   | 635,2283   | 635,2350    | 635,2427    | 635,2566    |
| 18:00       | 635,2021   | 635,2121   | 635,2211   | 635,2301   | 635,2360    | 635,2439    | 635,2569    |
| 20:00       | 635,2033   | 635,2121   | 635,2224   | 635,2301   | 635,2360    | 635,2451    | 635,2582    |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 12**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 635,2603 | 635,2645 | 635,2804 | 635,2817 | 635,2865 | 635,2961 | 635,3059 |
| 08:00 | 635,2603 | 635,2663 | 635,2809 | 635,2817 | 635,2865 | 635,2961 | 635,3068 |
| 10:00 | 635,2616 | 635,2709 | 635,2809 | 635,2817 | 635,2877 | 635,2980 | 635,3071 |
| 12:00 | 635,2624 | 635,2709 | 635,2816 | 635,2817 | 635,2884 | 635,2992 | 635,3093 |
| 14:00 | 635,2628 | 635,2729 | 635,2816 | 635,2817 | 635,2908 | 635,2997 | 635,3099 |
| 16:00 | 635,2628 | 635,2736 | 635,2816 | 635,2817 | 635,2922 | 635,2997 | 635,3127 |
| 18:00 | 635,2631 | 635,2755 | 635,2817 | 635,2818 | 635,2939 | 635,3034 | 635,3127 |
| 20:00 | 635,2631 | 635,2789 | 635,2817 | 635,2818 | 635,2946 | 635,3051 | 635,3127 |

Fuente: elaboración propia.

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

**ANOTACIONES DE CONSUMO**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 13                 |

Apéndice 14. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 13**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 555,8576 | 557,1266 | 558,3024 | 558,9413 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3780 |
| 08:00 | 556,7603 | 557,4925 | 558,3024 | 558,9413 | 560,0751 | 561,1306 | 562,4137 |
| 10:00 | 556,9323 | 557,6426 | 558,3024 | 559,4079 | 560,6685 | 561,1306 | 562,8303 |
| 12:00 | 556,9323 | 558,1238 | 558,6016 | 559,9035 | 560,6685 | 561,9354 | 563,4136 |
| 14:00 | 557,0313 | 558,1238 | 558,6939 | 559,9777 | 561,1306 | 562,1708 | 563,4136 |
| 16:00 | 557,0313 | 558,1238 | 558,6944 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3252 | 563,4136 |
| 18:00 | 557,1261 | 558,1238 | 558,8318 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3252 | 563,4136 |
| 20:00 | 557,1261 | 558,1238 | 558,8318 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3252 | 563,4136 |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 15. Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 13**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 563,4136   | 564,9337   | 566,4878   | 566,9938   | 568,6465    | 569,6767    | 571,3189    |
| 08:00       | 563,4136   | 565,6125   | 566,4878   | 566,9938   | 568,9584    | 569,8205    | 571,3189    |
| 10:00       | 563,4136   | 565,7448   | 566,8107   | 566,9938   | 568,9584    | 570,0968    | 571,4949    |
| 12:00       | 564,4001   | 565,7448   | 566,8370   | 568,0359   | 569,1369    | 570,5639    | 572,5196    |
| 14:00       | 564,5843   | 566,1302   | 566,9091   | 568,3718   | 569,4745    | 570,8824    | 572,5196    |
| 16:00       | 564,9337   | 566,1302   | 566,9091   | 568,3937   | 569,5955    | 571,3184    | 572,5196    |
| 18:00       | 564,9337   | 566,1302   | 566,9091   | 568,4847   | 569,5955    | 571,3184    | 572,5196    |
| 20:00       | 564,9337   | 566,1302   | 566,9091   | 568,4847   | 569,5955    | 571,3184    | 572,5196    |

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 16. Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 13**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 572,5196   | 573,7036   | 574,8295   | 576,6384   | 579,4270    | 580,1811    | 581,2177    |
| 08:00       | 572,7610   | 573,7036   | 574,8295   | 576,7855   | 579,6361    | 580,1811    | 581,6716    |
| 10:00       | 573,2224   | 574,1429   | 575,4553   | 576,9326   | 579,6361    | 580,4646    | 581,6716    |
| 12:00       | 573,3950   | 574,2464   | 576,1971   | 577,0796   | 579,6361    | 580,8079    | 581,8043    |
| 14:00       | 573,5306   | 574,3346   | 576,1971   | 577,2267   | 580,1804    | 581,1536    | 582,3047    |
| 16:00       | 573,5677   | 574,8102   | 576,3442   | 577,3738   | 580,1811    | 581,1536    | 582,3047    |
| 18:00       | 573,6285   | 574,8295   | 576,4913   | 577,5209   | 580,1811    | 581,2171    | 582,3047    |
| 20:00       | 573,6285   | 574,8295   | 576,6384   | 577,6680   | 580,1811    | 581,2171    | 582,3047    |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 13**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 582,6820   | 585,3960   | 586,3600   | 587,8457   | 589,1326    | 590,1386    | 590,1386    |
| 08:00       | 582,8945   | 585,5578   | 586,6366   | 587,8457   | 589,5664    | 590,1386    | 590,1386    |
| 10:00       | 583,1071   | 585,6043   | 586,8250   | 588,0863   | 589,6995    | 590,1386    | 590,1386    |
| 12:00       | 583,3196   | 585,6043   | 586,8250   | 588,5975   | 590,0775    | 590,1386    | 590,1386    |
| 14:00       | 583,5322   | 585,6043   | 587,3613   | 588,9937   | 590,0775    | 590,1386    | 590,1386    |
| 16:00       | 583,7448   | 586,1247   | 587,8457   | 589,0429   | 590,1308    | 590,1386    | 590,1386    |
| 18:00       | 583,9573   | 586,1247   | 587,8457   | 589,1153   | 590,1386    | 590,1386    | 590,1386    |
| 20:00       | 584,1699   | 586,3600   | 587,8457   | 589,1153   | 590,1386    | 590,1386    | 590,1386    |

Fuente: elaboración propia.

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

**ANOTACIONES DE CONSUMO**

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

Apéndice 18. **Anotaciones de consumo en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 14**

| HORA                 | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00                | 555,8576 | 557,1266 | 558,3024 | 558,9413 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3780 |
| 08:00                | 556,7603 | 557,4925 | 558,3024 | 558,9413 | 560,0751 | 561,1306 | 562,4137 |
| 10:00                | 556,9323 | 557,6426 | 558,3024 | 559,4079 | 560,6685 | 561,1306 | 562,8303 |
| 12:00                | 556,9323 | 558,1238 | 558,6016 | 559,9035 | 560,6685 | 561,9354 | 563,4136 |
| 14:00                | 557,0313 | 558,1238 | 558,6939 | 559,9777 | 561,1306 | 562,1708 | 563,4136 |
| 16:00                | 557,0313 | 558,1238 | 558,6944 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3252 | 563,4136 |
| 18:00                | 557,1261 | 558,1238 | 558,8318 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3252 | 563,4136 |
| <sup>2</sup><br>0:00 | 557,1261 | 558,1238 | 558,8318 | 560,0751 | 561,1306 | 562,3252 | 563,4136 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. **Anotaciones de consumo en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 14**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 563,4136 | 564,9337 | 566,4878 | 566,9938 | 568,6465 | 569,6767 | 571,3189 |
| 08:00 | 563,4136 | 565,6125 | 566,4878 | 566,9938 | 568,9584 | 569,8205 | 571,3189 |
| 10:00 | 563,4136 | 565,7448 | 566,8107 | 566,9938 | 568,9584 | 570,0968 | 571,4949 |
| 12:00 | 564,4001 | 565,7448 | 566,8370 | 568,0359 | 569,1369 | 570,5639 | 572,5196 |
| 14:00 | 564,5843 | 566,1302 | 566,9091 | 568,3718 | 569,4745 | 570,8824 | 572,5196 |
| 16:00 | 564,9337 | 566,1302 | 566,9091 | 568,3937 | 569,5955 | 571,3184 | 572,5196 |
| 18:00 | 564,9337 | 566,1302 | 566,9091 | 568,4847 | 569,5955 | 571,3184 | 572,5196 |
| 20:00 | 564,9337 | 566,1302 | 566,9091 | 568,4847 | 569,5955 | 571,3184 | 572,5196 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Anotaciones de consumo en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 14**

| HORA  | SAB      | DOM      | LUN      | MAR      | MIER     | JUEV     | VIER     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06:00 | 572,5196 | 573,7036 | 574,8295 | 576,6384 | 579,4270 | 580,1811 | 581,2177 |
| 08:00 | 572,7610 | 573,7036 | 574,8295 | 576,7855 | 579,6361 | 580,1811 | 581,6716 |
| 10:00 | 573,2224 | 574,1429 | 575,4553 | 576,9326 | 579,6361 | 580,4646 | 581,6716 |
| 12:00 | 573,3950 | 574,2464 | 576,1971 | 577,0796 | 579,6361 | 580,8079 | 581,8043 |
| 14:00 | 573,5306 | 574,3346 | 576,1971 | 577,2267 | 580,1804 | 581,1536 | 582,3047 |
| 16:00 | 573,5677 | 574,8102 | 576,3442 | 577,3738 | 580,1811 | 581,1536 | 582,3047 |
| 18:00 | 573,6285 | 574,8295 | 576,4913 | 577,5209 | 580,1811 | 581,2171 | 582,3047 |
| 20:00 | 573,6285 | 574,8295 | 576,6384 | 577,6680 | 580,1811 | 581,2171 | 582,3047 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. **Anotaciones de consumo en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 14**

| <b>HORA</b> | <b>SAB</b> | <b>DOM</b> | <b>LUN</b> | <b>MAR</b> | <b>MIER</b> | <b>JUEV</b> | <b>VIER</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 06:00       | 582,6820   | 585,3960   | 586,3600   | 587,8457   | 589,1326    | 590,1386    | 590,1386    |
| 08:00       | 582,8945   | 585,5578   | 586,6366   | 587,8457   | 589,5664    | 590,1386    | 590,1386    |
| 10:00       | 583,1071   | 585,6043   | 586,8250   | 588,0863   | 589,6995    | 590,1386    | 590,1386    |
| 12:00       | 583,3196   | 585,6043   | 586,8250   | 588,5975   | 590,0775    | 590,1386    | 590,1386    |
| 14:00       | 583,5322   | 585,6043   | 587,3613   | 588,9937   | 590,0775    | 590,1386    | 590,1386    |
| 16:00       | 583,7448   | 586,1247   | 587,8457   | 589,0429   | 590,1308    | 590,1386    | 590,1386    |
| 18:00       | 583,9573   | 586,1247   | 587,8457   | 589,1153   | 590,1386    | 590,1386    | 590,1386    |
| 20:00       | 584,1699   | 586,3600   | 587,8457   | 589,1153   | 590,1386    | 590,1386    | 590,1386    |

Fuente: elaboración propia.



A continuación se presentan los cuadros de cálculo de consumo de agua potable en metros cúbicos de febrero de 2014 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 período de estudio.

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

**CÁLCULO DE CONSUMO EN METROS CÚBICOS**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 10                 |

Apéndice 22. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 10**

| <b>HORA</b>          | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 1,2573        | 0,0759        | 0,0294        | 0,0418        | 0,0265        | 0,0518        | 0,0195        |
| 08:00                | 0,0574        | 0,0348        | 0,0250        | 0,0253        | 0,0859        | 0,0619        | 0,0399        |
| 10:00                | 0,0566        | 0,0476        | 0,0269        | 0,0469        | 0,0332        | 0,0760        | 0,0376        |
| 12:00                | 0,0057        | 0,0664        | 0,1329        | 0,0469        | 0,0936        | 0,0232        | 0,0762        |
| 14:00                | 0,0346        | 0,0232        | 0,0448        | 0,1139        | 0,0321        | 0,0719        | 0,0571        |
| 16:00                | 0,0565        | 0,0130        | 0,1278        | 0,0691        | 0,0623        | 0,0762        | 0,0741        |
| 18:00                | 0,0691        | 0,0301        | 0,0431        | 0,0682        | 0,0575        | 0,0323        | 0,0543        |
| 20:00                | 0,0619        | 0,0026        | 0,0100        | 0,0019        | 0,0566        | 0,0623        | 0,0212        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>1,5991</b> | <b>0,2936</b> | <b>0,4400</b> | <b>0,4141</b> | <b>0,4477</b> | <b>0,4556</b> | <b>0,3800</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,1999</b> | <b>0,0367</b> | <b>0,0550</b> | <b>0,0518</b> | <b>0,0560</b> | <b>0,0569</b> | <b>0,0475</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 10**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,3255        | 0,0455        | 0,1129        | 0,0872        | 0,0051        | 0,0576        | 0,0342        |
| 08:00                | 0,0606        | 0,0592        | 0,0644        | 0,0291        | 0,0318        | 0,0418        | 0,0058        |
| 10:00                | 0,0591        | 0,0412        | 0,0741        | 0,0804        | 0,0578        | 0,0434        | 0,0457        |
| 12:00                | 0,0179        | 0,0571        | 0,0204        | 0,0507        | 0,0509        | 0,0493        | 0,0552        |
| 14:00                | 0,0393        | 0,0912        | 0,0614        | 0,0325        | 0,1029        | 0,0100        | 0,0582        |
| 16:00                | 0,0375        | 0,0969        | 0,0899        | 0,1005        | 0,0627        | 0,0697        | 0,0419        |
| 18:00                | 0,0772        | 0,0249        | 0,0601        | 0,0205        | 0,1060        | 0,0422        | 0,0461        |
| 20:00                | 0,0051        | 0,0281        | 0,0149        | 0,0371        | 0,0149        | 0,0000        | 0,0357        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,6222</b> | <b>0,4440</b> | <b>0,4982</b> | <b>0,4380</b> | <b>0,4321</b> | <b>0,3140</b> | <b>0,3228</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0778</b> | <b>0,0555</b> | <b>0,0623</b> | <b>0,0548</b> | <b>0,0540</b> | <b>0,0393</b> | <b>0,0404</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 10**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,2876        | 0,0337        | 0,0247        | 0,0142        | 0,1103        | 0,0349        | 0,0254        |
| 08:00                | 0,0441        | 0,0571        | 0,0836        | 0,0020        | 0,0411        | 0,0685        | 0,0455        |
| 10:00                | 0,0489        | 0,0432        | 0,0596        | 0,0017        | 0,0222        | 0,0907        | 0,0746        |
| 12:00                | 0,0346        | 0,0855        | 0,0570        | 0,0695        | 0,0280        | 0,0691        | 0,0575        |
| 14:00                | 0,0625        | 0,0710        | 0,0040        | 0,0711        | 0,0280        | 0,0687        | 0,0495        |
| 16:00                | 0,0968        | 0,0095        | 0,0016        | 0,1433        | 0,0081        | 0,0317        | 0,0601        |
| 18:00                | 0,0185        | 0,1027        | 0,0016        | 0,0697        | 0,0320        | 0,0589        | 0,0305        |
| 20:00                | 0,0188        | 0,0337        | 0,0122        | 0,1417        | 0,0169        | 0,0998        | 0,0651        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,6118</b> | <b>0,4363</b> | <b>0,2442</b> | <b>0,5132</b> | <b>0,2866</b> | <b>0,5223</b> | <b>0,4082</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0765</b> | <b>0,0545</b> | <b>0,0305</b> | <b>0,0641</b> | <b>0,0358</b> | <b>0,0653</b> | <b>0,0510</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 25. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 10**

| <b>HORA</b>          | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,2275        | 0,0172        | 0,0580        | 0,0551        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 08:00                | 0,0345        | 0,0319        | 0,0681        | 0,0715        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0001        |
| 10:00                | 0,0111        | 0,0568        | 0,0807        | 0,0625        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0001        |
| 12:00                | 0,0078        | 0,0533        | 0,0062        | 0,0572        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0001        |
| 14:00                | 0,0121        | 0,0602        | 0,0319        | 0,0506        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0001        |
| 16:00                | 0,0013        | 0,0379        | 0,0535        | 0,0608        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0006        |
| 18:00                | 0,0296        | 0,0723        | 0,0434        | 0,0568        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0006        |
| 20:00                | 0,0081        | 0,0423        | 0,0564        | 0,0516        | 0,0007        | 0,0001        | 0,0006        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,3319</b> | <b>0,3718</b> | <b>0,3982</b> | <b>0,4661</b> | <b>0,0048</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0023</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0415</b> | <b>0,0465</b> | <b>0,0498</b> | <b>0,0583</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0001</b> | <b>0,0003</b> |

Fuente: elaboración propia.

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

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

Apéndice 26. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 11**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,6894        | 0,0001        | 0,0006        | 0,0011        | 0,0004        | 0,0007        | 0,0003        |
| 08:00                | 0,0000        | 0,0008        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0009        | 0,0002        | 0,0015        |
| 10:00                | 0,0006        | 0,0003        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0003        | 0,0000        | 0,0027        |
| 12:00                | 0,0004        | 0,0011        | 0,0008        | 0,0007        | 0,0006        | 0,0007        | 0,0015        |
| 14:00                | 0,0007        | 0,0003        | 0,0009        | 0,0010        | 0,0012        | 0,0002        | 0,0006        |
| 16:00                | 0,0008        | 0,0018        | 0,0006        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0006        | 0,0014        |
| 18:00                | 0,0011        | 0,0004        | 0,0011        | 0,0007        | 0,0007        | 0,0000        | 0,0008        |
| 20:00                | 0,0008        | 0,0003        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0010        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,6938</b> | <b>0,0050</b> | <b>0,0040</b> | <b>0,0047</b> | <b>0,0057</b> | <b>0,0024</b> | <b>0,0089</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0867</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0005</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0003</b> | <b>0,0011</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 11**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0236        | 0,0017        | 0,0007        | 0,0007        | 0,0019        | 0,0000        | 0,0013        |
| 08:00                | 0,0000        | 0,0021        | 0,0008        | 0,0004        | 0,0010        | 0,0000        | 0,0006        |
| 10:00                | 0,0007        | 0,0000        | 0,0013        | 0,0008        | 0,0008        | 0,0009        | 0,0000        |
| 12:00                | 0,0004        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0001        | 0,0007        | 0,0020        |
| 14:00                | 0,0010        | 0,0000        | 0,0002        | 0,0009        | 0,0000        | 0,0009        | 0,0000        |
| 16:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0007        | 0,0008        | 0,0000        | 0,0003        | 0,0004        |
| 18:00                | 0,0004        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0005        | 0,0011        | 0,0010        | 0,0002        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0011        | 0,0013        | 0,0000        | 0,0007        | 0,0003        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,0260</b> | <b>0,0038</b> | <b>0,0054</b> | <b>0,0054</b> | <b>0,0049</b> | <b>0,0044</b> | <b>0,0047</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0033</b> | <b>0,0005</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0006</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 28. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 11**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0009        | 0,0008        | 0,0012        | 0,0005        | 0,0002        | 0,0009        | 0,0007        |
| 08:00                | 0,0008        | 0,0006        | 0,0004        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0007        |
| 10:00                | 0,0007        | 0,0007        | 0,0011        | 0,0007        | 0,0010        | 0,0003        | 0,0008        |
| 12:00                | 0,0001        | 0,0001        | 0,0006        | 0,0012        | 0,0004        | 0,0011        | 0,0022        |
| 14:00                | 0,0007        | 0,0006        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0010        | 0,0009        | 0,0007        |
| 16:00                | 0,0000        | 0,0006        | 0,0002        | 0,0006        | 0,0000        | 0,0002        | 0,0008        |
| 18:00                | 0,0015        | 0,0011        | 0,0010        | 0,0009        | 0,0005        | 0,0006        | 0,0001        |
| 20:00                | 0,0006        | 0,0000        | 0,0007        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0007        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,0054</b> | <b>0,0045</b> | <b>0,0052</b> | <b>0,0039</b> | <b>0,0030</b> | <b>0,0046</b> | <b>0,0067</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0005</b> | <b>0,0004</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0008</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 29. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 11**

| <b>HORA</b>                   | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                         | 0,0010        | 0,0007        | 0,0008        | 0,0000        | 0,0024        | 0,0008        | 0,0004        |
| 08:00                         | 0,0000        | 0,0009        | 0,0003        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0004        |
| 10:00                         | 0,0007        | 0,0024        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0010        | 0,0002        |
| 12:00                         | 0,0004        | 0,0000        | 0,0004        | 0,0000        | 0,0004        | 0,0006        | 0,0011        |
| 14:00                         | 0,0002        | 0,0010        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0012        | 0,0003        | 0,0003        |
| 16:00                         | 0,0000        | 0,0003        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0007        | 0,0000        | 0,0014        |
| 18:00                         | 0,0002        | 0,0010        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0009        | 0,0019        | 0,0000        |
| 20:00                         | 0,0000        | 0,0017        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0003        | 0,0009        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>              | <b>0,0025</b> | <b>0,0080</b> | <b>0,0014</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0065</b> | <b>0,0054</b> | <b>0,0038</b> |
| <b>Pr<br/>omedio<br/>m3/h</b> | <b>0,0003</b> | <b>0,0010</b> | <b>0,0002</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0005</b> |

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**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 12                 |

Apéndice 30. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 12**

| <b>HORA</b>              | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                    | 0,4632        | 0,0001        | 0,0013        | 0,0021        | 0,0008        | 0,0014        | 0,0006        |
| 08:00                    | 0,0000        | 0,0016        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0018        | 0,0004        | 0,0030        |
| 10:00                    | 0,0011        | 0,0005        | 0,0000        | 0,0011        | 0,0005        | 0,0000        | 0,0054        |
| 12:00                    | 0,0008        | 0,0021        | 0,0016        | 0,0014        | 0,0011        | 0,0014        | 0,0029        |
| 14:00                    | 0,0014        | 0,0005        | 0,0018        | 0,0020        | 0,0024        | 0,0004        | 0,0013        |
| 16:00                    | 0,0016        | 0,0035        | 0,0011        | 0,0000        | 0,0013        | 0,0013        | 0,0028        |
| 18:00                    | 0,0021        | 0,0009        | 0,0021        | 0,0014        | 0,0014        | 0,0000        | 0,0016        |
| 20:00                    | 0,0015        | 0,0005        | 0,0000        | 0,0013        | 0,0020        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>         | <b>0,4717</b> | <b>0,0098</b> | <b>0,0079</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0112</b> | <b>0,0048</b> | <b>0,0176</b> |
| <b>Promedio<br/>m3/h</b> | <b>0,0590</b> | <b>0,0012</b> | <b>0,0010</b> | <b>0,0012</b> | <b>0,0014</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0022</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 31. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 12**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0464        | 0,0033        | 0,0014        | 0,0014        | 0,0036        | 0,0000        | 0,0025        |
| 08:00                | 0,0000        | 0,0041        | 0,0016        | 0,0008        | 0,0019        | 0,0000        | 0,0011        |
| 10:00                | 0,0014        | 0,0000        | 0,0025        | 0,0015        | 0,0015        | 0,0018        | 0,0000        |
| 12:00                | 0,0008        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0003        | 0,0014        | 0,0040        |
| 14:00                | 0,0019        | 0,0000        | 0,0004        | 0,0018        | 0,0000        | 0,0018        | 0,0000        |
| 16:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0014        | 0,0015        | 0,0000        | 0,0005        | 0,0008        |
| 18:00                | 0,0008        | 0,0000        | 0,0011        | 0,0010        | 0,0023        | 0,0019        | 0,0004        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0021        | 0,0026        | 0,0000        | 0,0014        | 0,0005        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,0512</b> | <b>0,0074</b> | <b>0,0106</b> | <b>0,0106</b> | <b>0,0096</b> | <b>0,0087</b> | <b>0,0093</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0064</b> | <b>0,0009</b> | <b>0,0013</b> | <b>0,0013</b> | <b>0,0012</b> | <b>0,0011</b> | <b>0,0012</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 32. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 12**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0018        | 0,0016        | 0,0024        | 0,0010        | 0,0004        | 0,0018        | 0,0014        |
| 08:00                | 0,0016        | 0,0013        | 0,0009        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0014        |
| 10:00                | 0,0014        | 0,0014        | 0,0023        | 0,0014        | 0,0019        | 0,0006        | 0,0015        |
| 12:00                | 0,0003        | 0,0001        | 0,0011        | 0,0024        | 0,0008        | 0,0021        | 0,0043        |
| 14:00                | 0,0014        | 0,0011        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0019        | 0,0018        | 0,0014        |
| 16:00                | 0,0000        | 0,0011        | 0,0004        | 0,0011        | 0,0000        | 0,0004        | 0,0016        |
| 18:00                | 0,0029        | 0,0021        | 0,0019        | 0,0018        | 0,0010        | 0,0013        | 0,0003        |
| 20:00                | 0,0013        | 0,0000        | 0,0014        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0011        | 0,0014        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,0106</b> | <b>0,0088</b> | <b>0,0103</b> | <b>0,0077</b> | <b>0,0059</b> | <b>0,0090</b> | <b>0,0132</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0013</b> | <b>0,0011</b> | <b>0,0013</b> | <b>0,0010</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0011</b> | <b>0,0016</b> |

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 33. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 12**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0020        | 0,0014        | 0,0015        | 0,0000        | 0,0048        | 0,0015        | 0,0008        |
| 08:00                | 0,0000        | 0,0018        | 0,0005        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0009        |
| 10:00                | 0,0014        | 0,0046        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0011        | 0,0019        | 0,0004        |
| 12:00                | 0,0008        | 0,0000        | 0,0008        | 0,0000        | 0,0008        | 0,0013        | 0,0021        |
| 14:00                | 0,0004        | 0,0020        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0024        | 0,0005        | 0,0006        |
| 16:00                | 0,0000        | 0,0006        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0014        | 0,0000        | 0,0028        |
| 18:00                | 0,0004        | 0,0019        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0018        | 0,0036        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0034        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0006        | 0,0018        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>0,0049</b> | <b>0,0157</b> | <b>0,0028</b> | <b>0,0001</b> | <b>0,0128</b> | <b>0,0106</b> | <b>0,0075</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,0006</b> | <b>0,0020</b> | <b>0,0004</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0016</b> | <b>0,0013</b> | <b>0,0009</b> |

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**

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>COMUNIDAD</b>    | CHUC MUC SECTOR II |
| <b>MUNICIPIO</b>    | SANTIAGO ATITLÁN   |
| <b>DEPARTAMENTO</b> | SOLOLÁ             |
| <b>CASA No.</b>     | 13                 |

Apéndice 34. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 13**

| <b>HORA</b>                     | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                           | 1,7523        | 0,0005        | 0,1786        | 0,1095        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0528        |
| 08:00                           | 0,9028        | 0,3659        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0357        |
| 10:00                           | 0,1720        | 0,1501        | 0,0000        | 0,4666        | 0,5933        | 0,0000        | 0,4165        |
| 12:00                           | 0,0000        | 0,4813        | 0,2993        | 0,4956        | 0,0000        | 0,8049        | 0,5833        |
| 14:00                           | 0,0989        | 0,0000        | 0,0922        | 0,0743        | 0,4621        | 0,2354        | 0,0000        |
| 16:00                           | 0,0000        | 0,0000        | 0,0005        | 0,0974        | 0,0000        | 0,1544        | 0,0000        |
| 18:00                           | 0,0948        | 0,0000        | 0,1375        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 20:00                           | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>                | <b>3,0208</b> | <b>0,9978</b> | <b>0,7080</b> | <b>1,2433</b> | <b>1,0554</b> | <b>1,1946</b> | <b>1,0884</b> |
| <b>Promedio m<sup>3</sup>/h</b> | <b>0,3776</b> | <b>0,1247</b> | <b>0,0885</b> | <b>0,1554</b> | <b>0,1319</b> | <b>0,1493</b> | <b>0,1361</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 35. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 13**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,3576        | 0,0846        | 0,1618        | 0,0812        | 0,0005        |
| 08:00                | 0,0000        | 0,6788        | 0,0000        | 0,0000        | 0,3119        | 0,1438        | 0,0000        |
| 10:00                | 0,0000        | 0,1323        | 0,3229        | 0,0000        | 0,0000        | 0,2763        | 0,1760        |
| 12:00                | 0,9865        | 0,0000        | 0,0262        | 1,0421        | 0,1786        | 0,4671        | 1,0247        |
| 14:00                | 0,1843        | 0,3854        | 0,0722        | 0,3359        | 0,3376        | 0,3184        | 0,0000        |
| 16:00                | 0,3493        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0219        | 0,1210        | 0,4360        | 0,0000        |
| 18:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0910        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>1,5201</b> | <b>1,1965</b> | <b>0,7790</b> | <b>1,5755</b> | <b>1,1109</b> | <b>1,7228</b> | <b>1,2012</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,1900</b> | <b>0,1496</b> | <b>0,0974</b> | <b>0,1969</b> | <b>0,1389</b> | <b>0,2154</b> | <b>0,1501</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 36. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 13**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0000        | 0,0751        | 0,0000        | 0,0000        | 1,7590        | 0,0000        | 0,0005        |
| 08:00                | 0,2414        | 0,0000        | 0,0000        | 0,1471        | 0,2091        | 0,0000        | 0,4540        |
| 10:00                | 0,4614        | 0,4393        | 0,6258        | 0,1471        | 0,0000        | 0,2835        | 0,0000        |
| 12:00                | 0,1727        | 0,1034        | 0,7418        | 0,1471        | 0,0000        | 0,3433        | 0,1326        |
| 14:00                | 0,1356        | 0,0882        | 0,0000        | 0,1471        | 0,5443        | 0,3457        | 0,5004        |
| 16:00                | 0,0371        | 0,4756        | 0,1471        | 0,1471        | 0,0007        | 0,0000        | 0,0000        |
| 18:00                | 0,0608        | 0,0193        | 0,1471        | 0,1471        | 0,0000        | 0,0635        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,1471        | 0,1471        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>1,1090</b> | <b>1,2010</b> | <b>1,8089</b> | <b>1,0296</b> | <b>2,5131</b> | <b>1,0361</b> | <b>1,0875</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,1386</b> | <b>0,1501</b> | <b>0,2261</b> | <b>0,1287</b> | <b>0,3141</b> | <b>0,1295</b> | <b>0,1359</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 37. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 13**

| <b>HORA</b>          | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,3773        | 1,2261        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0172        | 0,0000        | 0,0000        |
| 08:00                | 0,2126        | 0,1618        | 0,2766        | 0,0000        | 0,4339        | 0,0000        | 0,0000        |
| 10:00                | 0,2126        | 0,0465        | 0,1885        | 0,2406        | 0,1330        | 0,0000        | 0,0000        |
| 12:00                | 0,2126        | 0,0000        | 0,0000        | 0,5112        | 0,3780        | 0,0000        | 0,0000        |
| 14:00                | 0,2126        | 0,0000        | 0,5363        | 0,3962        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 16:00                | 0,2126        | 0,5205        | 0,4843        | 0,0492        | 0,0534        | 0,0000        | 0,0000        |
| 18:00                | 0,2126        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0725        | 0,0077        | 0,0000        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,2126        | 0,2353        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>1,8652</b> | <b>2,1901</b> | <b>1,4857</b> | <b>1,2697</b> | <b>1,0232</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,2331</b> | <b>0,2738</b> | <b>0,1857</b> | <b>0,1587</b> | <b>0,1279</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b> |

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**

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

Apéndice 38. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014, casa 14**

| <b>HORA</b>          | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 1,7523        | 0,0005        | 0,1786        | 0,1095        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0528        |
| 08:00                | 0,9028        | 0,3659        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0357        |
| 10:00                | 0,1720        | 0,1501        | 0,0000        | 0,4666        | 0,5933        | 0,0000        | 0,4165        |
| 12:00                | 0,0000        | 0,4813        | 0,2993        | 0,4956        | 0,0000        | 0,8049        | 0,5833        |
| 14:00                | 0,0989        | 0,0000        | 0,0922        | 0,0743        | 0,4621        | 0,2354        | 0,0000        |
| 16:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0005        | 0,0974        | 0,0000        | 0,1544        | 0,0000        |
| 18:00                | 0,0948        | 0,0000        | 0,1375        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>3,0208</b> | <b>0,9978</b> | <b>0,7080</b> | <b>1,2433</b> | <b>1,0554</b> | <b>1,1946</b> | <b>1,0884</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,3776</b> | <b>0,1247</b> | <b>0,0885</b> | <b>0,1554</b> | <b>0,1319</b> | <b>0,1493</b> | <b>0,1361</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 39. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014, casa 14**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,3576        | 0,0846        | 0,1618        | 0,0812        | 0,0005        |
| 08:00                | 0,0000        | 0,6788        | 0,0000        | 0,0000        | 0,3119        | 0,1438        | 0,0000        |
| 10:00                | 0,0000        | 0,1323        | 0,3229        | 0,0000        | 0,0000        | 0,2763        | 0,1760        |
| 12:00                | 0,9865        | 0,0000        | 0,0262        | 1,0421        | 0,1786        | 0,4671        | 1,0247        |
| 14:00                | 0,1843        | 0,3854        | 0,0722        | 0,3359        | 0,3376        | 0,3184        | 0,0000        |
| 16:00                | 0,3493        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0219        | 0,1210        | 0,4360        | 0,0000        |
| 18:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0910        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>1,5201</b> | <b>1,1965</b> | <b>0,7790</b> | <b>1,5755</b> | <b>1,1109</b> | <b>1,7228</b> | <b>1,2012</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,1900</b> | <b>0,1496</b> | <b>0,0974</b> | <b>0,1969</b> | <b>0,1389</b> | <b>0,2154</b> | <b>0,1501</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 40. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014, casa 14**

| HORA                 | SAB           | DOM           | LUN           | MAR           | MIER          | JUEV          | VIER          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                | 0,0000        | 0,0751        | 0,0000        | 0,0000        | 1,7590        | 0,0000        | 0,0005        |
| 08:00                | 0,2414        | 0,0000        | 0,0000        | 0,1471        | 0,2091        | 0,0000        | 0,4540        |
| 10:00                | 0,4614        | 0,4393        | 0,6258        | 0,1471        | 0,0000        | 0,2835        | 0,0000        |
| 12:00                | 0,1727        | 0,1034        | 0,7418        | 0,1471        | 0,0000        | 0,3433        | 0,1326        |
| 14:00                | 0,1356        | 0,0882        | 0,0000        | 0,1471        | 0,5443        | 0,3457        | 0,5004        |
| 16:00                | 0,0371        | 0,4756        | 0,1471        | 0,1471        | 0,0007        | 0,0000        | 0,0000        |
| 18:00                | 0,0608        | 0,0193        | 0,1471        | 0,1471        | 0,0000        | 0,0635        | 0,0000        |
| 20:00                | 0,0000        | 0,0000        | 0,1471        | 0,1471        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>     | <b>1,1090</b> | <b>1,2010</b> | <b>1,8089</b> | <b>1,0296</b> | <b>2,5131</b> | <b>1,0361</b> | <b>1,0875</b> |
| <b>Promedio m3/h</b> | <b>0,1386</b> | <b>0,1501</b> | <b>0,2261</b> | <b>0,1287</b> | <b>0,3141</b> | <b>0,1295</b> | <b>0,1359</b> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 41. **Cálculo de consumo en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014, casa 14**

| <b>HORA</b>                   | <b>SAB</b>    | <b>DOM</b>    | <b>LUN</b>    | <b>MAR</b>    | <b>MIER</b>   | <b>JUEV</b>   | <b>VIER</b>   |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 06:00                         | 0,3773        | 1,2261        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0172        | 0,0000        | 0,0000        |
| 08:00                         | 0,2126        | 0,1618        | 0,2766        | 0,0000        | 0,4339        | 0,0000        | 0,0000        |
| 10:00                         | 0,2126        | 0,0465        | 0,1885        | 0,2406        | 0,1330        | 0,0000        | 0,0000        |
| 12:00                         | 0,2126        | 0,0000        | 0,0000        | 0,5112        | 0,3780        | 0,0000        | 0,0000        |
| 14:00                         | 0,2126        | 0,0000        | 0,5363        | 0,3962        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| 16:00                         | 0,2126        | 0,5205        | 0,4843        | 0,0492        | 0,0534        | 0,0000        | 0,0000        |
| 18:00                         | 0,2126        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0725        | 0,0077        | 0,0000        | 0,0000        |
| 20:00                         | 0,2126        | 0,2353        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        | 0,0000        |
| <b>Sumatoria</b>              | <b>1,8652</b> | <b>2,1901</b> | <b>1,4857</b> | <b>1,2697</b> | <b>1,0232</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b> |
| <b>Pr<br/>omedio<br/>m3/h</b> | <b>0,2331</b> | <b>0,2738</b> | <b>0,1857</b> | <b>0,1587</b> | <b>0,1279</b> | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b> |

Fuente: elaboración propia.

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

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



**CUADRO CONSUMO DIARIO DE MACROMEDICIÓN**

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

Apéndice 42. **Consumo diario de macromedición en m<sup>3</sup> de noviembre de 2013**

|           | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 31</b> |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| VIERNES   |                                  | 245,00                            | 318,00                             | 307,00                             | 305,00                             |
| SÁBADO    | 206,20                           | 231,00                            | 342,00                             | 321,00                             | 302,00                             |
| DOMINGO   | 215,00                           | 313,00                            | 319,00                             | 277,00                             |                                    |
| LUNES     | 223,00                           | 308,00                            | 345,00                             | 325,00                             |                                    |
| MARTES    | 209,00                           | 301,00                            | 327,00                             | 304,00                             |                                    |
| MIÉRCOLES | 286,00                           | 297,00                            | 325,00                             | 294,00                             |                                    |
| JUEVES    | 201,00                           | 306,00                            | 346,00                             | 306,00                             |                                    |

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 43. **Consumo diario de macromedición en m<sup>3</sup> de diciembre de 2013**

|           | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 31</b> |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| DOMINGO   | 315,00                           | 315,00                            | 302,00                             | 315,00                             | 289,00                             |
| LUNES     | 306,00                           | 323,00                            | 315,00                             | 296,00                             | 332,00                             |
| MARTES    | 315,00                           | 315,00                            | 289,00                             |                                    | 312,00                             |
| MIÉRCOLES | 296,00                           | 305,00                            | 320,00                             |                                    |                                    |
| JUEVES    | 305,00                           | 302,00                            | 310,00                             | 324,80                             |                                    |
| VIERNES   | 336,00                           | 289,00                            | 269,00                             | 296,00                             |                                    |
| SÁBADO    | 322,00                           | 325,00                            | 329,00                             | 316,00                             |                                    |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 44. **Consumo diario de macromedición en m<sup>3</sup> de enero de 2014**

|           | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 29<br/>AL 31</b> |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| MIERCOLES |                                  | 325,00                            | 325,00                             | 270,00                             | 268,00                             |
| JUEVES    | 210,00                           | 225,00                            | 345,00                             | 273,00                             | 225,00                             |
| VIERNES   | 205,00                           | 295,00                            | 301,00                             | 268,00                             | 261,00                             |
| SABADO    | 225,00                           | 307,00                            | 345,00                             | 310,00                             |                                    |
| DOMINGO   | 306,00                           | 326,00                            | 305,00                             | 302,00                             |                                    |
| LUNES     | 296,00                           | 345,00                            | 290,00                             | 309,00                             |                                    |
| MARTES    | 289,00                           | 302,00                            | 345,00                             | 296,00                             |                                    |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 45. **Consumo diario de macromedición en m<sup>3</sup> de febrero de 2014**

|           | <b>SEMANA<br/>DEL 1 AL<br/>7</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 8 AL<br/>14</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 15<br/>AL 21</b> | <b>SEMANA<br/>DEL 22<br/>AL 28</b> |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| SABADO    | 266,40                           | 302,00                            | 278,00                             | 296,00                             |
| DOMINGO   | 269,00                           | 315,00                            | 245,00                             | 296,00                             |
| LUNES     | 194,00                           | 345,00                            | 255,00                             | 296,00                             |
| MARTES    | 200,00                           | 302,00                            | 306,00                             | 336,00                             |
| MIERCOLES | 267,00                           | 325,00                            | 303,00                             | 296,00                             |
| JUEVES    | 199,00                           | 298,00                            | 369,00                             | 325,00                             |
| VIERNES   | 268,00                           | 326,00                            | 295,00                             | 342,00                             |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 46. **Consumo total de macromedición en m<sup>3</sup>**

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| NOVIEMBRE                                | <b>8 404,20 m<sup>3</sup></b>  |
| DICIEMBRE                                | <b>8 983,80 m<sup>3</sup></b>  |
| ENERO                                    | <b>8 694,00 m<sup>3</sup></b>  |
| FEBRERO                                  | <b>8 114,40 m<sup>3</sup></b>  |
| SUMA TOTAL DE LOS DÍAS DE INVESTIGACIÓN: | <b>34 196,40 m<sup>3</sup></b> |

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

Apéndice 47. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de noviembre de 2013**

| HORA                 | VIER          | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | SUMA    |
|----------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00                | -----         | -----          | 2,1654         | 3,5875         | 2,8596         | 2,0666         | 2,0936         | 12,7727 |
| 08:00                | -----         | 3,2446         | 1,2519         | 5,5251         | 4,4841         | 5,0693         | 3,4181         | 22,9931 |
| 10:00                | -----         | 5,1867         | 2,9714         | 5,1759         | 5,6988         | 3,2358         | 3,6752         | 25,9438 |
| 12:00                | -----         | 3,6845         | 5,5665         | 6,4631         | 3,7305         | 5,5744         | 4,6757         | 29,6948 |
| 14:00                | -----         | 4,1479         | 2,5979         | 3,6500         | 4,3585         | 6,9865         | 5,2159         | 26,9567 |
| 16:00                | -----         | 3,8825         | 6,3022         | 3,6043         | 3,0927         | 3,9614         | 2,8468         | 23,6898 |
| 18:00                | -----         | 3,9162         | 2,6372         | 3,6927         | 6,3750         | 2,3261         | 3,2396         | 22,1868 |
| 20:00                | -----         | 0,8601         | 2,0534         | 1,9322         | 1,5831         | 2,8912         | 2,5474         | 11,8673 |
| <b>Suma</b>          | -----         | <b>24,9224</b> | <b>25,5459</b> | <b>33,6307</b> | <b>32,1824</b> | <b>32,1112</b> | <b>27,7123</b> |         |
| <b>Prom<br/>m3/h</b> | <b>0,0000</b> | <b>1,7802</b>  | <b>1,8247</b>  | <b>2,4022</b>  | <b>2,2987</b>  | <b>2,2937</b>  | <b>1,9794</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 48. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de noviembre de 2013**

| HORA             | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 9,2067         | 1,0904         | 2,0470         | 2,7577         | 4,6252         | 2,0741         | 3,3830         | 25,1842 |
| 08:00            | 5,7922         | 4,5310         | 2,4206         | 2,6322         | 2,5378         | 1,5208         | 3,9631         | 23,3977 |
| 10:00            | 2,5437         | 3,1774         | 1,8475         | 4,2897         | 4,5529         | 2,9068         | 5,6359         | 24,9539 |
| 12:00            | 4,7358         | 5,9225         | 3,5657         | 4,1770         | 4,6062         | 5,0803         | 6,4808         | 34,5684 |
| 14:00            | 2,6936         | 3,7873         | 3,1798         | 4,8175         | 5,3350         | 4,0175         | 4,5100         | 28,3406 |
| 16:00            | 4,1680         | 4,9198         | 2,9970         | 4,1108         | 4,4073         | 12,8573        | 5,8874         | 39,3476 |
| 18:00            | 3,5589         | 3,2720         | 3,0255         | 3,8441         | 3,1219         | 3,1516         | 2,0023         | 21,9763 |
| 20:00            | 1,3250         | 1,2222         | 1,5207         | 1,4385         | 2,6334         | 1,8604         | 2,4404         | 12,4406 |
| <b>Suma</b>      | <b>34,0238</b> | <b>27,9228</b> | <b>20,6038</b> | <b>28,0675</b> | <b>31,8197</b> | <b>33,4687</b> | <b>34,3029</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,4303</b>  | <b>1,9945</b>  | <b>1,4717</b>  | <b>2,0048</b>  | <b>2,2728</b>  | <b>2,3906</b>  | <b>2,4502</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 49. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de noviembre de 2013**

| HORA             | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 3,8566         | 2,6174         | 3,9342         | 2,6227         | 4,6716         | 1,9467         | 1,9411         | 21,5903 |
| 08:00            | 1,6985         | 4,0303         | 2,8426         | 2,0275         | 3,1382         | 3,0205         | 3,6918         | 20,4493 |
| 10:00            | 3,9041         | 2,4614         | 4,0660         | 3,3826         | 5,3269         | 4,1484         | 2,1364         | 25,4259 |
| 12:00            | 6,8737         | 4,1448         | 3,3523         | 7,0153         | 4,3676         | 4,5147         | 5,5811         | 35,8495 |
| 14:00            | 2,7462         | 7,1689         | 3,1946         | 2,8163         | 4,4301         | 4,2322         | 3,9375         | 28,5258 |
| 16:00            | 3,1793         | 4,3850         | 5,1789         | 3,1805         | 2,1921         | 3,4152         | 2,8605         | 24,3914 |
| 18:00            | 1,8974         | 2,6203         | 3,4440         | 5,3196         | 3,7455         | 3,5856         | 2,8415         | 23,4538 |
| 20:00            | 1,0646         | 2,4618         | 1,8440         | 3,3459         | 1,2816         | 1,6677         | 2,9293         | 14,5948 |
| <b>Suma</b>      | <b>25,2204</b> | <b>29,8897</b> | <b>27,8566</b> | <b>29,7103</b> | <b>29,1536</b> | <b>26,5311</b> | <b>25,9193</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>1,8015</b>  | <b>2,1350</b>  | <b>1,9898</b>  | <b>2,1222</b>  | <b>2,0824</b>  | <b>1,8951</b>  | <b>1,8514</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 50. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de noviembre de 2013**

| HORA             | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 2,9479         | 3,8784         | 3,3944         | 0,4492         | 32,9724        | 2,3018         | 2,1225         | 48,0666 |
| 08:00            | 4,0057         | 5,3390         | 4,7393         | 2,8529         | 2,3745         | 1,9479         | 2,8124         | 24,0717 |
| 10:00            | 4,4090         | 3,5316         | 5,0754         | 1,9942         | 2,0199         | 3,6824         | 5,0877         | 25,8001 |
| 12:00            | 3,2707         | 3,2245         | 4,2965         | 1,9560         | 3,5927         | 3,1689         | 2,4598         | 21,9693 |
| 14:00            | 5,0081         | 2,2776         | 0,5713         | 2,4720         | 4,6942         | 3,3497         | 3,6190         | 21,9918 |
| 16:00            | 3,9777         | 3,0809         | 1,2155         | 2,2666         | 3,0597         | 2,4593         | 2,4654         | 18,5251 |
| 18:00            | 2,3746         | 3,2019         | 1,5942         | 1,9306         | 3,2158         | 2,9085         | 2,8529         | 18,0784 |
| 20:00            | 1,7784         | 2,2749         | 1,3851         | 2,1702         | 1,7536         | 2,0183         | 1,8779         | 13,2584 |
| <b>Suma</b>      | <b>27,7721</b> | <b>26,8088</b> | <b>22,2717</b> | <b>16,0916</b> | <b>53,6830</b> | <b>21,8367</b> | <b>23,2975</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>1,9837</b>  | <b>1,9149</b>  | <b>1,5908</b>  | <b>1,1494</b>  | <b>3,8345</b>  | <b>1,5598</b>  | <b>1,6641</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 51. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 29 al 30 de noviembre de 2013**

| HORA             | VIER           | SAB            | SUMA   |
|------------------|----------------|----------------|--------|
| 06:00            | 4,4536         | 2,2283         | 6,6819 |
| 08:00            | 2,3649         | 2,1150         | 4,4800 |
| 10:00            | 2,9883         | 5,6316         | 8,6199 |
| 12:00            | 2,3380         | 3,9044         | 6,2423 |
| 14:00            | 4,1287         | 4,0390         | 8,1677 |
| 16:00            | 1,6530         | 4,1315         | 5,7845 |
| 18:00            | 3,0193         | 1,7192         | 4,7385 |
| 20:00            | 1,7488         | 0,9625         | 2,7112 |
| <b>Suma</b>      | <b>22,6946</b> | <b>24,7314</b> |        |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>1,6210</b>  | <b>1,7665</b>  |        |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 52. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013**

| HORA             | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER          | SAB           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------|
| 06:00            | 15,8916        | 18,5634        | 2,2349         | 4,5198         | 2,7248         | 0,7982        | 1,0191        | 45,7518 |
| 08:00            | 2,1265         | 2,2999         | 2,2282         | 3,1175         | 2,1481         | 1,2913        | 1,0336        | 14,2450 |
| 10:00            | 2,0596         | 2,5474         | 3,4469         | 3,3426         | 1,6088         | 0,2881        | 0,2397        | 13,5330 |
| 12:00            | 2,1937         | 2,4026         | 4,1393         | 5,7902         | 2,5191         | 0,1947        | 0,2614        | 17,5010 |
| 14:00            | 2,7091         | 2,9513         | 3,5210         | 3,2583         | 2,4182         | 0,1449        | 0,2363        | 15,2390 |
| 16:00            | 3,0589         | 3,6276         | 1,2185         | 2,7368         | 1,6409         | 0,1106        | 0,0980        | 12,4912 |
| 18:00            | 1,7457         | 1,8788         | 2,8597         | 2,1089         | 1,9599         | 0,2450        | 0,1330        | 10,9309 |
| 20:00            | 2,2114         | 1,8819         | 1,8059         | 1,5561         | 1,3522         | 0,4227        | 0,0434        | 9,2737  |
| <b>Suma</b>      | <b>31,9964</b> | <b>36,1529</b> | <b>21,4543</b> | <b>26,4301</b> | <b>16,3719</b> | <b>3,4956</b> | <b>3,0645</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,2855</b>  | <b>2,5823</b>  | <b>1,5325</b>  | <b>1,8879</b>  | <b>1,1694</b>  | <b>0,2497</b> | <b>0,2189</b> |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 53. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de diciembre de 2013**

| HORA             | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER           | SAB            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 4,2986         | 2,0211         | 3,5825         | 1,5526         | 1,5811         | 3,3246         | 1,3953         | 17,7557 |
| 08:00            | 2,1079         | 2,8645         | 1,8284         | 1,9820         | 4,2796         | 6,0395         | 2,2230         | 21,3250 |
| 10:00            | 5,7137         | 3,1576         | 3,8922         | 2,4749         | 3,5316         | 3,2480         | 3,1388         | 25,1568 |
| 12:00            | 4,1692         | 3,2523         | 3,9394         | 4,7515         | 3,0077         | 4,4532         | 2,6919         | 26,2653 |
| 14:00            | 3,5883         | 2,9737         | 3,6584         | 4,9918         | 3,5418         | 2,7927         | 2,5772         | 24,1238 |
| 16:00            | 5,5486         | 2,6149         | 3,6449         | 4,5613         | 1,3455         | 2,1197         | 4,1655         | 24,0004 |
| 18:00            | 1,9401         | 3,5453         | 3,1323         | 2,2206         | 1,6234         | 1,9468         | 1,9574         | 16,3659 |
| 20:00            | 1,8601         | 1,4386         | 1,7731         | 1,5488         | 1,8185         | 1,1743         | 2,0719         | 11,6854 |
| <b>Suma</b>      | <b>29,2265</b> | <b>21,8680</b> | <b>25,4513</b> | <b>24,0834</b> | <b>20,7293</b> | <b>25,0988</b> | <b>20,2208</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,0876</b>  | <b>1,5620</b>  | <b>1,8179</b>  | <b>1,7202</b>  | <b>1,4807</b>  | <b>1,7928</b>  | <b>1,4443</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 54. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de diciembre de 2013**

| HORA             | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER           | SAB            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 6,6300         | 2,0862         | 2,0537         | 1,9858         | 3,8611         | 1,6433         | 2,4244         | 20,6846 |
| 08:00            | 3,5552         | 4,4132         | 3,2486         | 3,9984         | 2,9565         | 2,5723         | 5,6558         | 26,4001 |
| 10:00            | 4,6364         | 3,1938         | 2,4146         | 4,1801         | 3,2281         | 7,1471         | 4,4432         | 29,2433 |
| 12:00            | 3,5113         | 4,9969         | 4,3273         | 2,7632         | 3,9144         | 3,6526         | 5,1333         | 28,2991 |
| 14:00            | 2,5357         | 3,7171         | 3,3196         | 4,4920         | 4,4465         | 3,3314         | 4,1741         | 26,0163 |
| 16:00            | 3,3641         | 4,0208         | 2,6023         | 6,1657         | 3,6725         | 19,6545        | 3,0163         | 42,4962 |
| 18:00            | 3,0105         | 2,9147         | 2,6317         | 3,8202         | 2,4674         | 4,0256         | 3,9139         | 22,7839 |
| 20:00            | 2,2728         | 2,6035         | 1,7967         | 2,0345         | 2,9255         | 2,9708         | 1,6958         | 16,2996 |
| <b>Suma</b>      | <b>29,5161</b> | <b>27,9463</b> | <b>22,3945</b> | <b>29,4398</b> | <b>27,4719</b> | <b>44,9976</b> | <b>30,4567</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,1083</b>  | <b>1,9962</b>  | <b>1,5996</b>  | <b>2,1028</b>  | <b>1,9623</b>  | <b>3,2141</b>  | <b>2,1755</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 55. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de diciembre de 2013**

| HORA             | DOM            | LUN            | MART          | MIER          | JUEV           | VIER           | SAB            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 8,4829         | 3,3405         | -----         | -----         | 47,0328        | 2,0640         | 2,4515         | 63,3717 |
| 08:00            | 2,7619         | 4,3005         | -----         | -----         | 2,6634         | 3,2149         | 4,0818         | 17,0225 |
| 10:00            | 5,5161         | 4,7195         | -----         | -----         | 3,8661         | 3,9366         | 3,5181         | 21,5564 |
| 12:00            | 3,3599         | 5,4881         | -----         | -----         | 4,5089         | 1,9783         | 5,4398         | 20,7750 |
| 14:00            | 4,1425         | 3,3444         | -----         | -----         | 11,9316        | 3,2165         | 2,2508         | 24,8859 |
| 16:00            | 2,1742         | 4,1924         | -----         | -----         | 2,6912         | 2,5190         | 3,2575         | 14,8343 |
| 18:00            | 3,1089         | 2,6249         | -----         | -----         | 2,4635         | 2,0009         | 3,8189         | 14,0171 |
| 20:00            | 2,2080         | 1,7692         | -----         | -----         | 1,9942         | 1,4502         | 2,1725         | 9,5941  |
| <b>Suma</b>      | <b>31,7545</b> | <b>29,7794</b> | -----         | -----         | <b>77,1519</b> | <b>20,3804</b> | <b>26,9908</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,2682</b>  | <b>2,1271</b>  | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b> | <b>5,5108</b>  | <b>1,4557</b>  | <b>1,9279</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 56. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 29 al 31 de diciembre de 2013**

| HORA             | DOM            | LUN            | MAR            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 12,3591        | 2,1447         | 2,4433         | 16,9471 |
| 08:00            | 2,8870         | 2,8516         | 3,5064         | 9,2450  |
| 10:00            | 3,6539         | 3,3118         | 2,6111         | 9,5767  |
| 12:00            | 4,7597         | 3,8103         | 2,3194         | 10,8894 |
| 14:00            | 2,7130         | 4,6513         | 5,0863         | 12,4506 |
| 16:00            | 1,6881         | 3,7702         | 2,5135         | 7,9718  |
| 18:00            | 2,6377         | 1,9194         | 2,8994         | 7,4565  |
| 20:00            | 1,3597         | 2,3634         | 1,9166         | 5,6397  |
| <b>Suma</b>      | <b>32,0581</b> | <b>24,8228</b> | <b>23,2960</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,2899</b>  | <b>1,7731</b>  | <b>1,6640</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 57. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de enero de 2014**

| HORA             | MIER          | JUEV           | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | SUMA    |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | -----         | 19,0923        | 3,8531         | 2,0312         | 3,2303         | 2,1161         | 1,6819         | 32,0049 |
| 08:00            | -----         | 3,9461         | 2,5135         | 2,4964         | 4,0379         | 3,7296         | 2,6596         | 19,3831 |
| 10:00            | -----         | 4,9972         | 4,1749         | 2,0883         | 5,6390         | 2,8976         | 2,4852         | 22,2822 |
| 12:00            | -----         | 3,0202         | 4,2392         | 5,3988         | 3,4225         | 2,6717         | 4,7168         | 23,4691 |
| 14:00            | -----         | 5,2610         | 3,3248         | 2,6292         | 4,0588         | 2,7393         | 3,9880         | 22,0010 |
| 16:00            | -----         | 4,9370         | 2,0489         | 2,5917         | 2,9655         | 3,3807         | 3,3774         | 19,3013 |
| 18:00            | -----         | 2,0980         | 1,9549         | 1,8747         | 2,7039         | 1,6081         | 4,2524         | 14,4920 |
| 20:00            | -----         | 1,5462         | 1,9762         | 1,7117         | 1,6444         | 1,6715         | 2,7415         | 11,2915 |
| <b>Suma</b>      | <b>0,0000</b> | <b>44,8981</b> | <b>24,0853</b> | <b>20,8221</b> | <b>27,7023</b> | <b>20,8146</b> | <b>25,9029</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>0,0000</b> | <b>3,2070</b>  | <b>1,7204</b>  | <b>1,4873</b>  | <b>1,9787</b>  | <b>1,4868</b>  | <b>1,8502</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 58. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de enero de 2014**

| HORA             | MIER           | JUEV           | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 7,3030         | 4,9346         | 2,4016         | 2,4981         | 1,5113         | 2,7114         | 3,4152         | 24,7750 |
| 08:00            | 4,4452         | 2,0280         | 3,7185         | 3,7190         | 4,3530         | 2,4716         | 3,3062         | 24,0416 |
| 10:00            | 2,9257         | 2,7286         | 2,6650         | 3,9112         | 3,2518         | 2,9043         | 2,6009         | 20,9874 |
| 12:00            | 2,6709         | 3,9285         | 4,5234         | 2,7115         | 2,8610         | 2,7575         | 4,2410         | 23,6939 |
| 14:00            | 3,5194         | 4,6555         | 3,0899         | 3,2466         | 3,6530         | 3,8978         | 3,0582         | 25,1205 |
| 16:00            | 4,3543         | 3,1733         | 1,4679         | 3,0409         | 3,4275         | 2,6538         | 2,2005         | 20,3181 |
| 18:00            | 3,1993         | 2,6656         | 2,2839         | 2,1999         | 3,4711         | 2,4511         | 2,9988         | 19,2697 |
| 20:00            | 2,3225         | 1,4543         | 1,6075         | 1,5737         | 2,2041         | 2,1014         | 2,3853         | 13,6488 |
| <b>Suma</b>      | <b>30,7404</b> | <b>25,5684</b> | <b>21,7577</b> | <b>22,9009</b> | <b>24,7328</b> | <b>21,9488</b> | <b>24,2060</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,1957</b>  | <b>1,8263</b>  | <b>1,5541</b>  | <b>1,6358</b>  | <b>1,7666</b>  | <b>1,5678</b>  | <b>1,7290</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 59. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de enero de 2014**

| HORA             | MIER           | JUEV           | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 4,1996         | 2,3133         | 1,7606         | 2,4179         | 2,3668         | 2,5646         | 2,5133         | 18,1361 |
| 08:00            | 5,0591         | 2,1921         | 3,8952         | 2,6119         | 5,7148         | 2,5417         | 3,6260         | 25,6408 |
| 10:00            | 4,0043         | 2,9097         | 2,6744         | 2,6151         | 3,9932         | 4,5544         | 3,8425         | 24,5936 |
| 12:00            | 5,9203         | 5,6439         | 3,5144         | 2,4835         | 5,3039         | 4,8171         | 5,7338         | 33,4170 |
| 14:00            | 4,2458         | 3,8940         | 3,5124         | 5,1230         | 2,7217         | 5,7943         | 4,1943         | 29,4856 |
| 16:00            | 3,0733         | 3,0163         | 3,0224         | 3,4283         | 3,6591         | 3,2935         | 3,5027         | 22,9957 |
| 18:00            | 2,7994         | 2,7092         | 2,2716         | 3,8458         | 1,8054         | 2,9523         | 3,2788         | 19,6625 |
| 20:00            | 2,3481         | 1,9647         | 1,8846         | 1,8080         | 2,2342         | 2,4991         | 3,0168         | 15,7555 |
| <b>Suma</b>      | <b>31,6500</b> | <b>24,6432</b> | <b>22,5358</b> | <b>24,3335</b> | <b>27,7992</b> | <b>29,0170</b> | <b>29,7081</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,2607</b>  | <b>1,7602</b>  | <b>1,6097</b>  | <b>1,7381</b>  | <b>1,9857</b>  | <b>2,0726</b>  | <b>2,1220</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 60. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de enero de 2014**

| HORA             | MIER           | JUEV           | VIER           | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 7,6513         | 2,8470         | 2,1566         | 2,8363         | 3,1827         | 2,7636         | 7,1619         | 28,5995 |
| 08:00            | 3,6296         | 2,6729         | 3,6078         | 3,1636         | 3,0073         | 2,4779         | 2,8779         | 21,4371 |
| 10:00            | 7,4588         | 3,6283         | 4,7046         | 5,5599         | 4,5608         | 5,2840         | 5,3528         | 36,5491 |
| 12:00            | 3,8343         | 5,0526         | 5,5591         | 4,1380         | 6,1819         | 4,5832         | 3,8682         | 33,2173 |
| 14:00            | 3,5813         | 2,6159         | 1,9426         | 5,1480         | 3,9043         | 3,9609         | 4,4566         | 25,6096 |
| 16:00            | 3,0800         | 2,9987         | 2,0836         | 2,9398         | 3,7616         | 5,0277         | 2,4493         | 22,3407 |
| 18:00            | 2,9434         | 3,6924         | 2,1658         | 3,7163         | 3,2143         | 3,0861         | 3,7235         | 22,5417 |
| 20:00            | 2,0313         | 2,0406         | 1,8198         | 2,3115         | 7,6631         | 1,7975         | 2,0166         | 19,6804 |
| <b>Suma</b>      | <b>34,2100</b> | <b>25,5484</b> | <b>24,0397</b> | <b>29,8134</b> | <b>35,4761</b> | <b>28,9810</b> | <b>31,9068</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>2,4436</b>  | <b>1,8249</b>  | <b>1,7171</b>  | <b>2,1295</b>  | <b>2,5340</b>  | <b>2,0701</b>  | <b>2,2791</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 61. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 29 al 31 de enero de 2014**

| HORA              | MIER           | JUEV           | VIER           | SUMA    |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00             | 5,8512         | 0,5937         | 0,4589         | 6,9038  |
| 08:00             | 9,0971         | 8,7467         | 8,6626         | 26,5064 |
| 10:00             | 9,1633         | 8,7543         | 8,6607         | 26,5783 |
| 12:00             | 9,0882         | 8,7380         | 8,6689         | 26,4951 |
| 14:00             | 9,0920         | 8,7564         | 8,6626         | 26,5111 |
| 16:00             | 9,0752         | 8,7467         | 8,6655         | 26,4874 |
| 18:00             | 9,0820         | 8,7496         | 8,6655         | 26,4971 |
| 20:00             | 9,0830         | 8,7510         | 8,6641         | 26,4981 |
| <b>Suma</b>       | <b>69,5320</b> | <b>61,8363</b> | <b>61,1090</b> |         |
| <b>Pr om m3/h</b> | <b>4,9666</b>  | <b>4,4169</b>  | <b>4,3649</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 62. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 1 al 7 de febrero de 2014**

| HORA             | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 24,1647        | 3,0831         | 3,8017         | 4,1482         | 2,4684         | 3,0508         | 3,2612         | 43,9780 |
| 08:00            | 20,0784        | 5,3293         | 2,4712         | 4,1287         | 1,9910         | 1,8882         | 4,2759         | 40,1627 |
| 10:00            | 3,2703         | 4,2429         | 2,8931         | 7,4469         | 6,8085         | 2,9602         | 7,2792         | 34,9010 |
| 12:00            | 15,4832        | 7,4587         | 5,9565         | 5,8467         | 5,3134         | 10,7763        | 7,6072         | 58,4420 |
| 14:00            | 3,0740         | 4,6547         | 5,5077         | 6,9115         | 8,0487         | 6,2492         | 6,4657         | 40,9115 |
| 16:00            | 4,7427         | 3,9389         | 4,3998         | 3,3386         | 4,2842         | 7,3288         | 4,4665         | 32,4996 |
| 18:00            | 3,6688         | 2,9655         | 5,1929         | 4,0374         | 4,4902         | 2,5992         | 3,2508         | 26,2048 |
| 20:00            | 1,9426         | 1,4926         | 1,9886         | 1,8906         | 1,8775         | 3,1296         | 2,3450         | 14,6665 |
| <b>Suma</b>      | <b>76,4247</b> | <b>33,1656</b> | <b>32,2114</b> | <b>37,7486</b> | <b>35,2819</b> | <b>37,9824</b> | <b>38,9514</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>5,4589</b>  | <b>2,3690</b>  | <b>2,3008</b>  | <b>2,6963</b>  | <b>2,5201</b>  | <b>2,7130</b>  | <b>2,7822</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 63. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 8 al 14 de febrero de 2014**

| HORA             | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 14,9536        | 1,4464         | 4,6802         | 3,0243         | 5,4012         | 2,9416         | 2,7545         | 35,2018 |
| 08:00            | 2,5976         | 7,3643         | 3,8834         | 1,9688         | 5,0070         | 3,4130         | 4,9522         | 29,1862 |
| 10:00            | 4,8231         | 4,0314         | 5,5627         | 4,3540         | 4,8981         | 5,6396         | 2,8956         | 32,2044 |
| 12:00            | 11,0306        | 4,2554         | 3,8013         | 12,7853        | 7,6531         | 6,6015         | 10,4486        | 56,5758 |
| 14:00            | 5,4185         | 8,5915         | 4,0189         | 5,1808         | 5,1185         | 6,8313         | 3,9227         | 39,0822 |
| 16:00            | 6,3908         | 4,2298         | 5,0520         | 3,8704         | 4,1007         | 6,5179         | 3,9108         | 34,0724 |
| 18:00            | 2,9492         | 3,1511         | 2,8042         | 5,0142         | 4,0389         | 4,4818         | 2,8196         | 25,2591 |
| 20:00            | 1,0339         | 2,4199         | 2,8143         | 2,2687         | 1,7120         | 2,1204         | 2,8394         | 15,2085 |
| <b>Suma</b>      | <b>49,1973</b> | <b>35,4897</b> | <b>32,6170</b> | <b>38,4664</b> | <b>37,9296</b> | <b>38,5471</b> | <b>34,5433</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>3,5141</b>  | <b>2,5350</b>  | <b>2,3298</b>  | <b>2,7476</b>  | <b>2,7093</b>  | <b>2,7534</b>  | <b>2,4674</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 64. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 15 al 21 de febrero de 2014**

| HORA             | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER           | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 06:00            | 9,6097         | 2,5491         | 4,7972         | 1,6748         | 31,2064        | 2,0659         | 2,5694         | 54,4725 |
| 08:00            | 5,9240         | 3,6546         | 4,7648         | 4,4543         | 3,8228         | 3,1862         | 5,0752         | 30,8818 |
| 10:00            | 8,1184         | 6,1004         | 7,9463         | 4,1280         | 2,6682         | 4,6692         | 2,9790         | 36,6095 |
| 12:00            | 3,7562         | 3,7835         | 7,3746         | 3,5488         | 4,4321         | 4,8747         | 3,0992         | 30,8692 |
| 14:00            | 5,6776         | 4,8114         | 1,6447         | 4,3390         | 6,9921         | 5,0995         | 5,3221         | 33,8864 |
| 16:00            | 4,4154         | 5,1484         | 3,3156         | 4,3561         | 2,5450         | 3,4851         | 2,9096         | 26,1752 |
| 18:00            | 2,8611         | 3,1392         | 3,2534         | 7,3828         | 4,8258         | 4,6544         | 4,9666         | 31,0834 |
| 20:00            | 2,3297         | 2,4187         | 2,5912         | 4,1663         | 1,4700         | 2,1577         | 1,6799         | 16,8135 |
| <b>Suma</b>      | <b>42,6921</b> | <b>31,6053</b> | <b>35,6878</b> | <b>34,0501</b> | <b>57,9625</b> | <b>30,1927</b> | <b>28,6010</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>3,0494</b>  | <b>2,2575</b>  | <b>2,5491</b>  | <b>2,4321</b>  | <b>4,1402</b>  | <b>2,1566</b>  | <b>2,0429</b>  |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 65. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> de la semana del 22 al 28 de febrero de 2014**

| HORA             | SAB            | DOM            | LUN            | MAR            | MIER           | JUEV           | VIER          | SUMA    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------|
| 06:00            | 32,8747        | 14,5542        | 2,8578         | 3,0571         | 15,1068        | 0,9531         | 0,5457        | 69,9495 |
| 08:00            | 4,3973         | 4,5766         | 3,8889         | 3,4975         | 3,0842         | 1,0444         | 1,0024        | 21,4914 |
| 10:00            | 4,4045         | 4,0154         | 6,1456         | 3,8469         | 2,3991         | 1,5372         | 1,3331        | 23,6819 |
| 12:00            | 3,6438         | 3,6059         | 7,1973         | 9,0009         | 4,2652         | 1,0358         | 1,0630        | 29,8119 |
| 14:00            | 4,5563         | 4,0943         | 5,8465         | 3,8264         | 2,4161         | 1,4389         | 1,4180        | 23,5965 |
| 16:00            | 5,6685         | 6,6926         | 1,8452         | 2,6434         | 1,8318         | 6,9769         | 0,9063        | 26,5647 |
| 18:00            | 3,4602         | 2,6202         | 2,1751         | 2,1961         | 2,1561         | 1,1560         | 0,8876        | 14,6513 |
| 20:00            | 3,8222         | 2,6399         | 1,5578         | 1,6515         | 1,8070         | 0,7923         | 1,2796        | 13,5503 |
| <b>Suma</b>      | <b>62,8274</b> | <b>42,7992</b> | <b>31,5143</b> | <b>29,7198</b> | <b>33,0663</b> | <b>14,9347</b> | <b>8,4357</b> |         |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>4,4877</b>  | <b>3,0571</b>  | <b>2,2510</b>  | <b>2,1228</b>  | <b>2,3619</b>  | <b>1,0668</b>  | <b>0,6026</b> |         |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 66. **Consumo total de micromedición en m<sup>3</sup> durante el período de investigación**

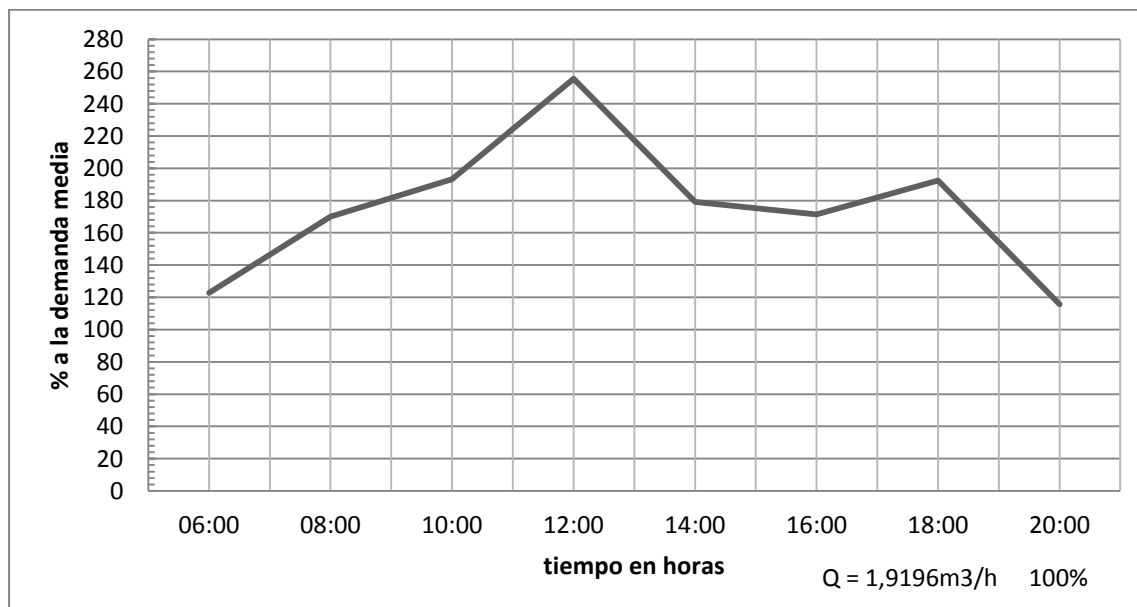
| <b>HORA</b>      | <b>m<sup>3</sup></b> |
|------------------|----------------------|
| 06:00            | 623,3605             |
| 08:00            | 462,5918             |
| 10:00            | 512,9721             |
| 12:00            | 591,6725             |
| 14:00            | 530,0319             |
| 16:00            | 484,5308             |
| 18:00            | 400,3418             |
| 20:00            | 289,3269             |
| <b>Suma</b>      | <b>3 894,8284</b>    |
| <b>Prom m3/h</b> | <b>278,2020</b>      |

Fuente: elaboración propia.

## B. Gráficas de variaciones horarias y diarias en el consumo

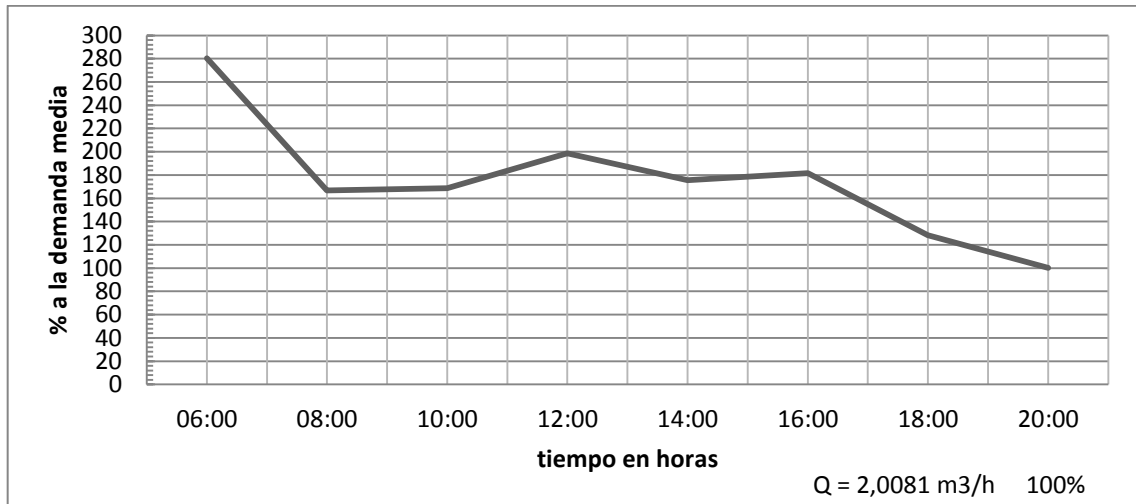
Gráficas de la demanda promedio de los días lunes a domingo, en los meses de investigación.

### Apéndice 67. Promedio de los lunes de noviembre de 2013



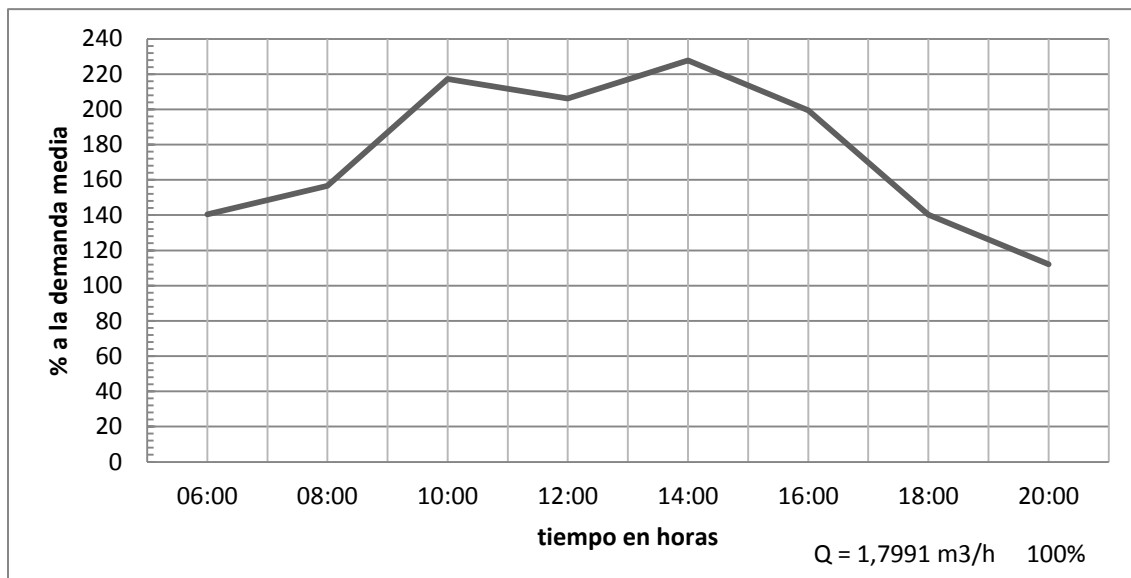
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 68. Promedio de los lunes de diciembre de 2013



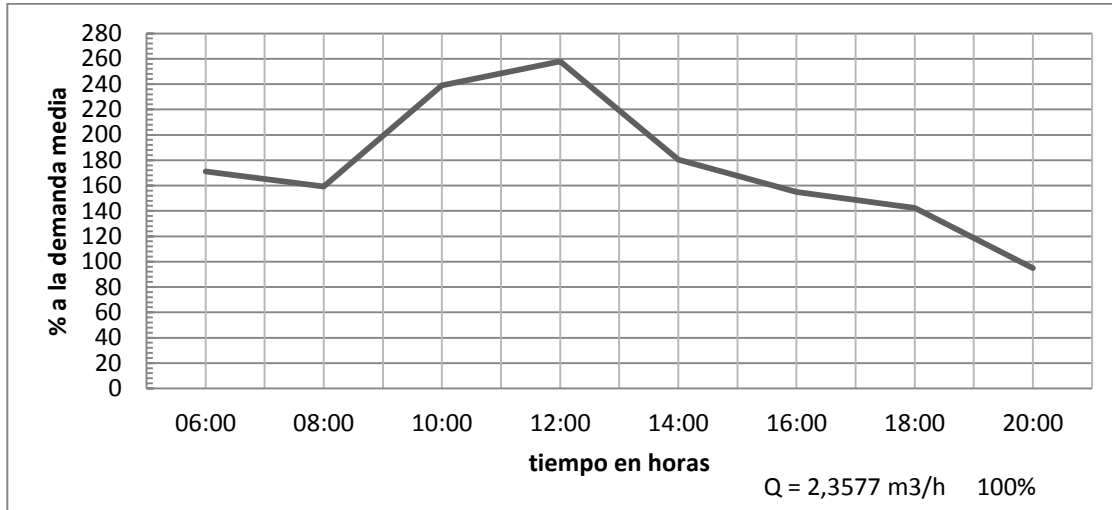
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 69. Promedio de los lunes de enero de 2014



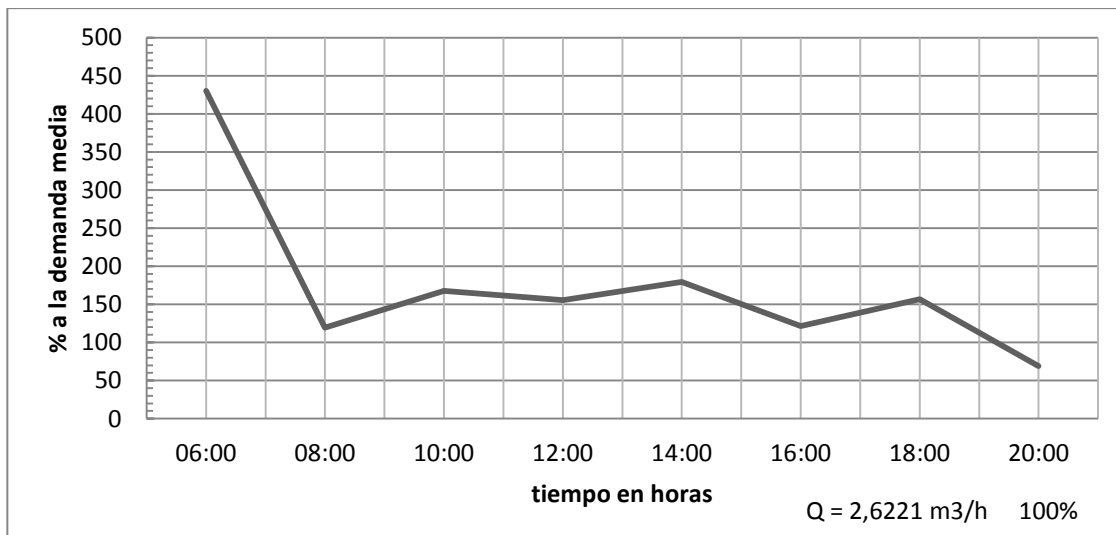
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 70. Promedio de los lunes de febrero de 2014



Fuente: elaboración propia.

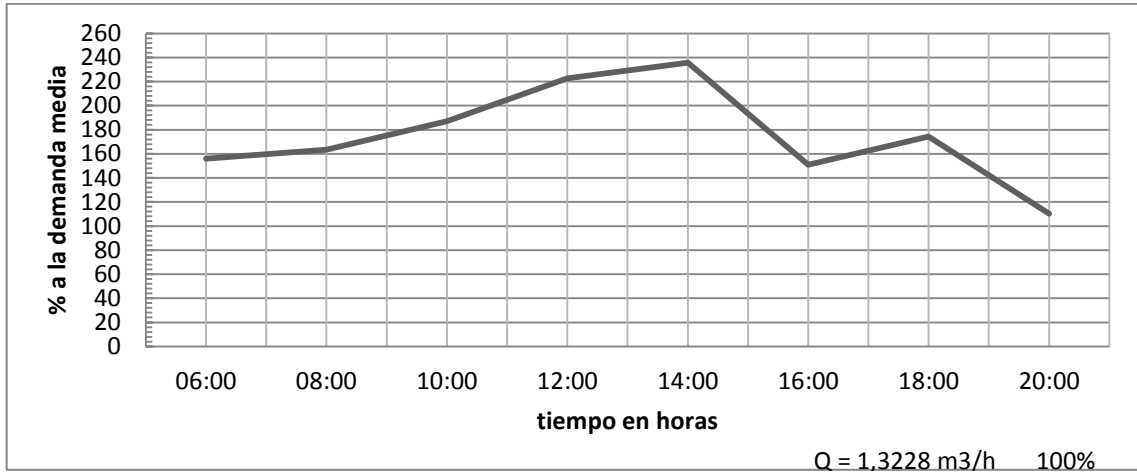
Apéndice 71. Promedio de los martes de noviembre de 2013



Fuente: elaboración propia.

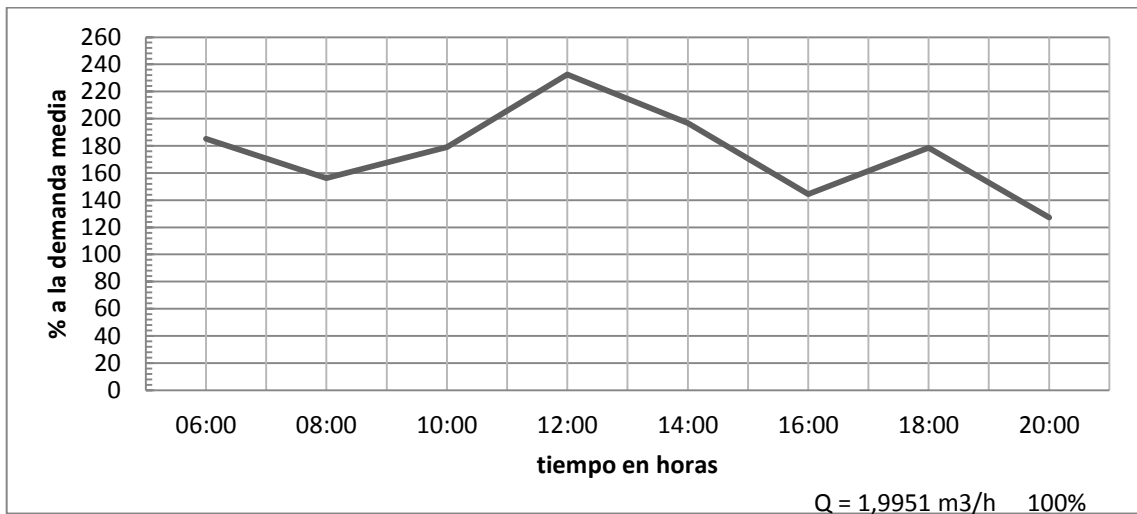


Apéndice 72. Promedio de los martes de diciembre de 2013



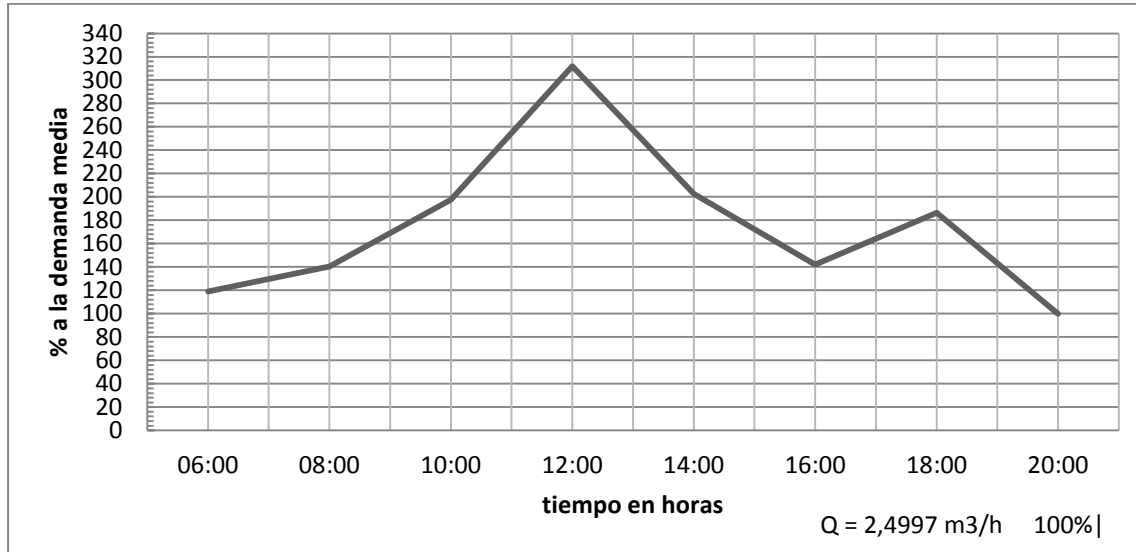
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 73. Promedio de los martes de enero de 2014



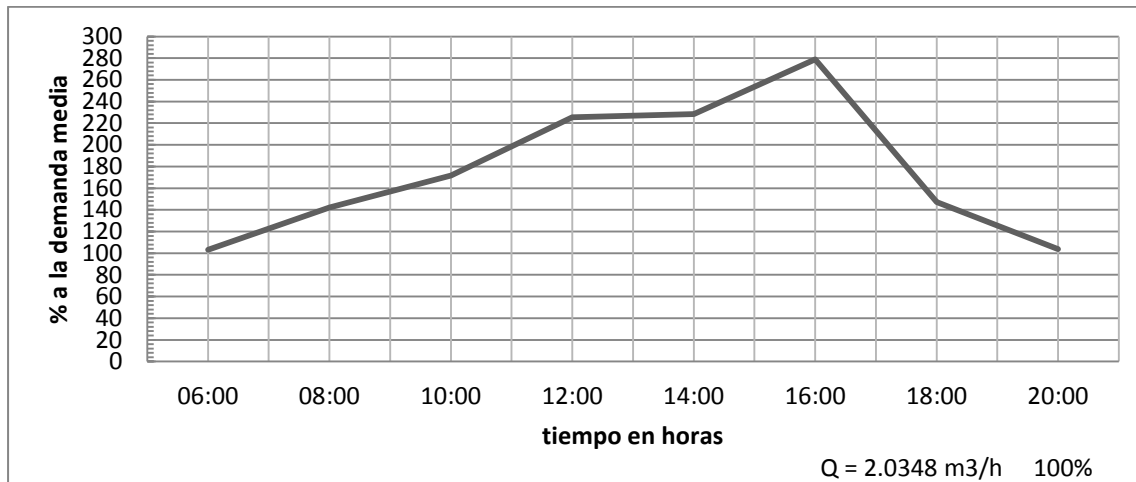
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 74. **Promedio de los martes de febrero de 2014**



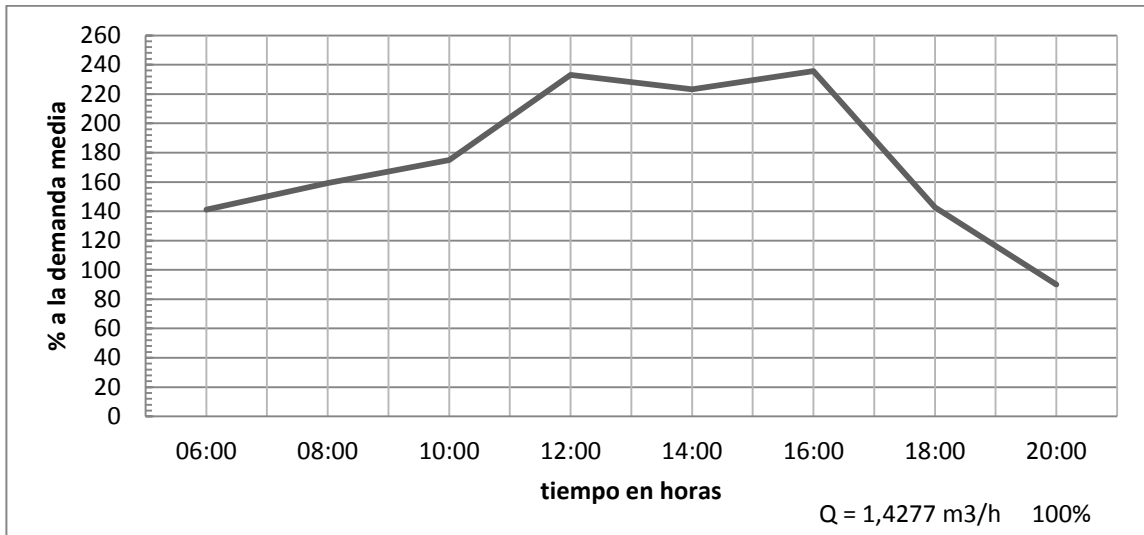
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 75. **Promedio de los miércoles de noviembre de 2013**



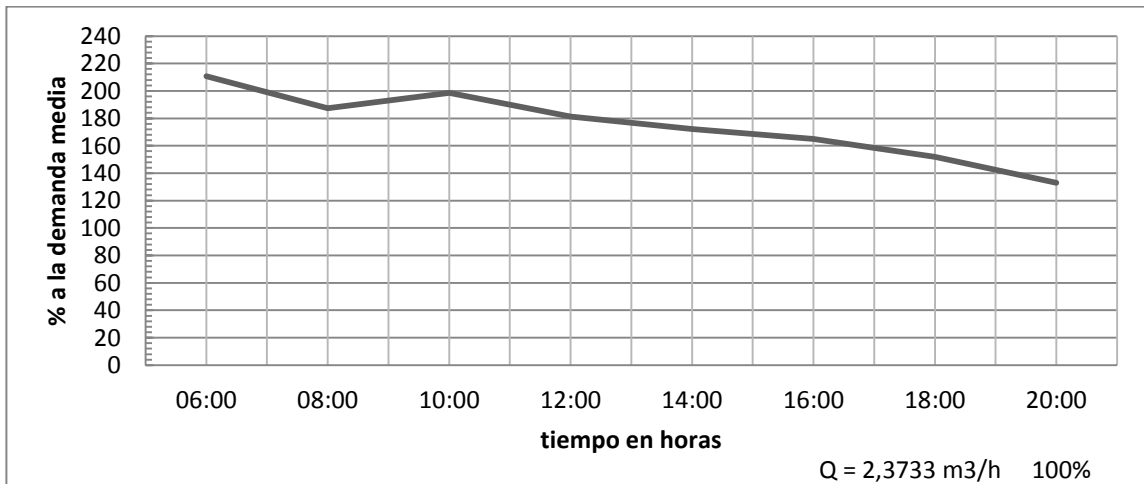
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 76. Promedio de los miércoles de diciembre de 2013**



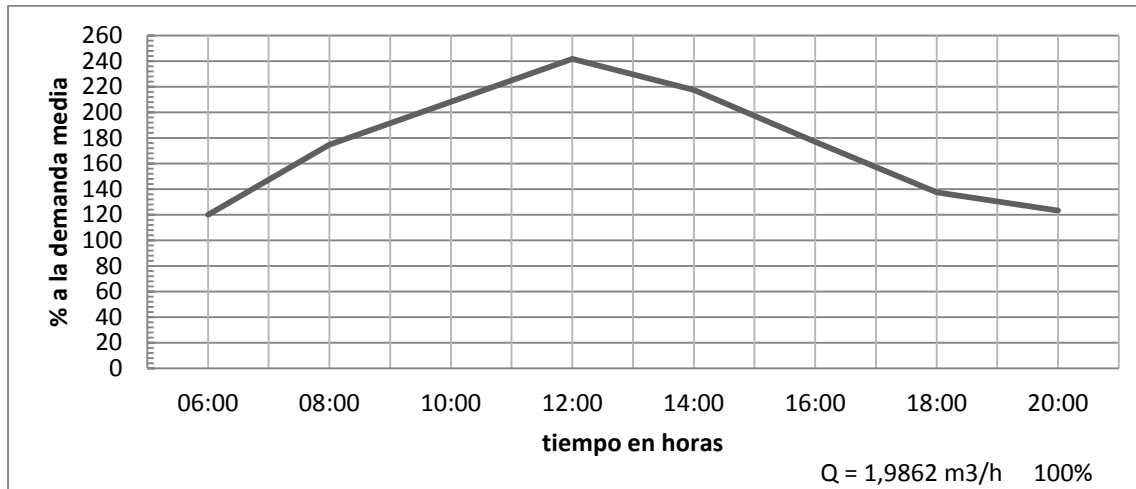
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 77. Promedio de los miércoles de enero de 2014**



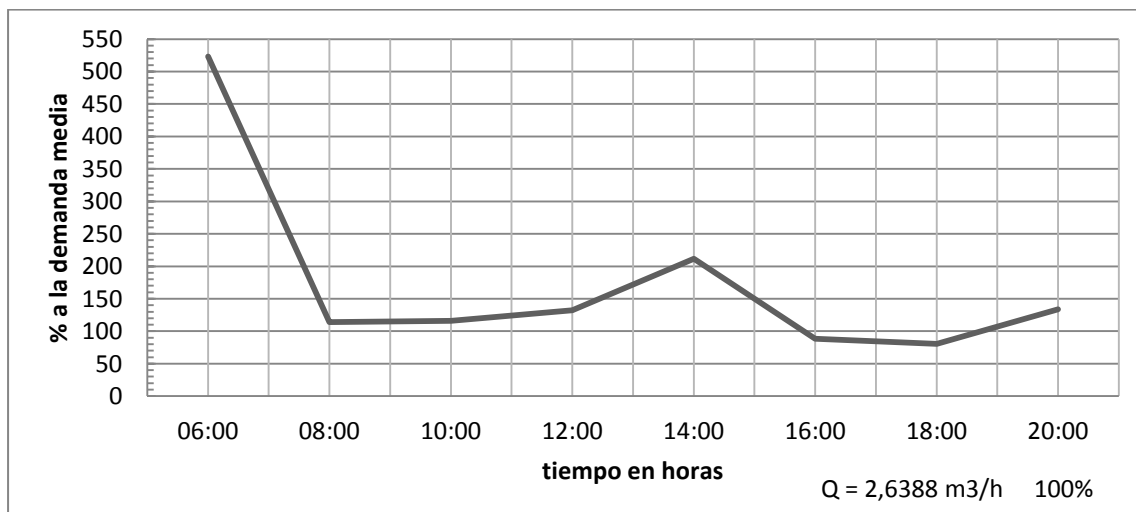
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 78. Promedio de los jueves de noviembre de 2013



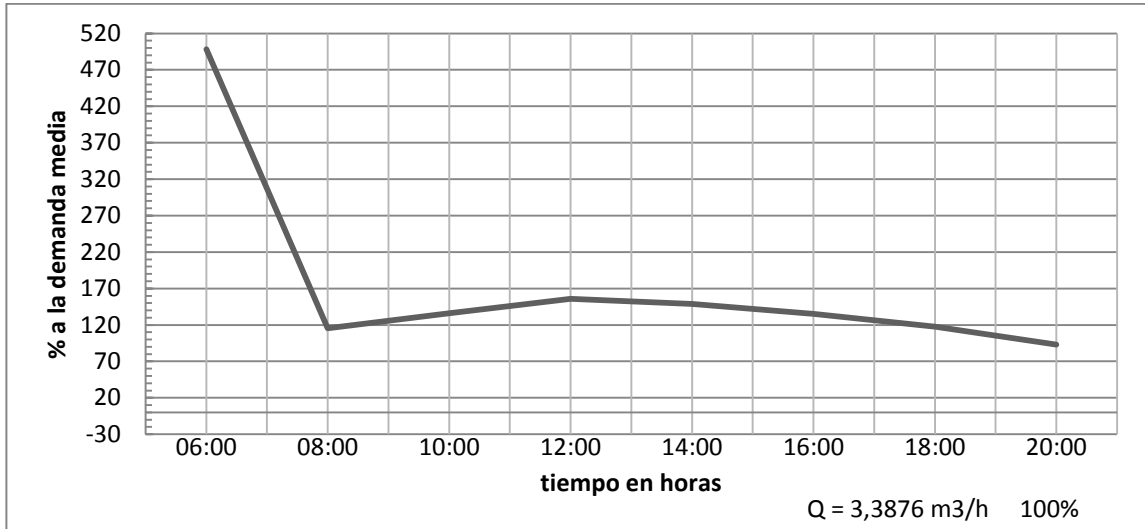
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 79. Promedio de los jueves de diciembre de 2013



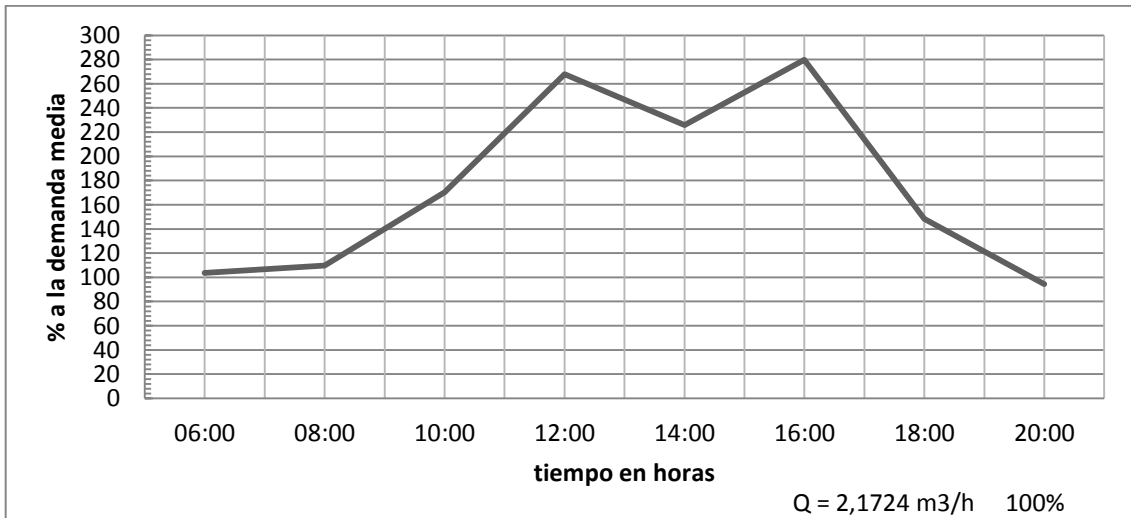
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 80. Promedio de los jueves de enero de 2014



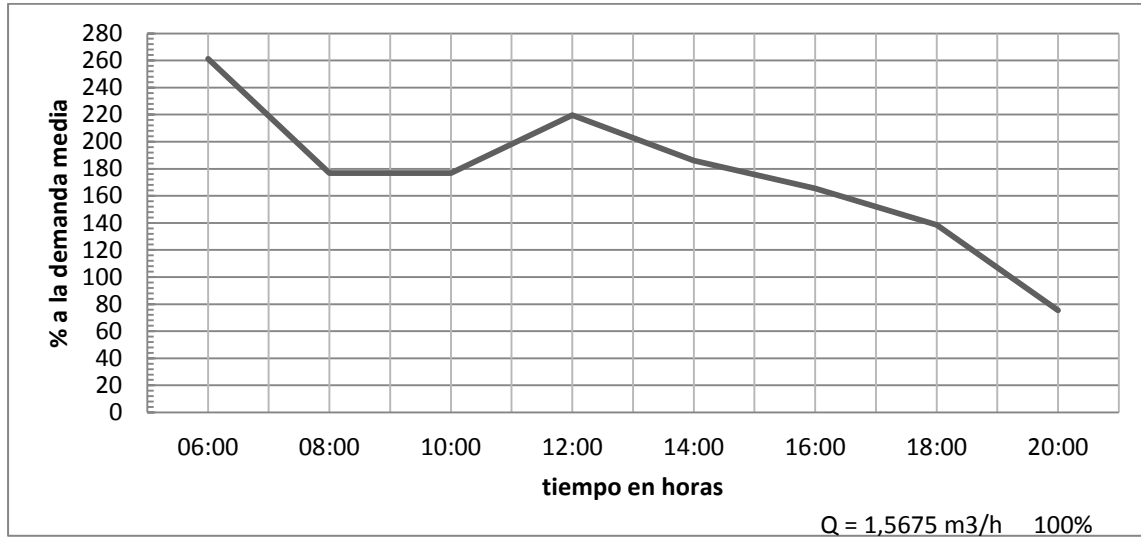
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 81. Promedio de los jueves febrero de 2014



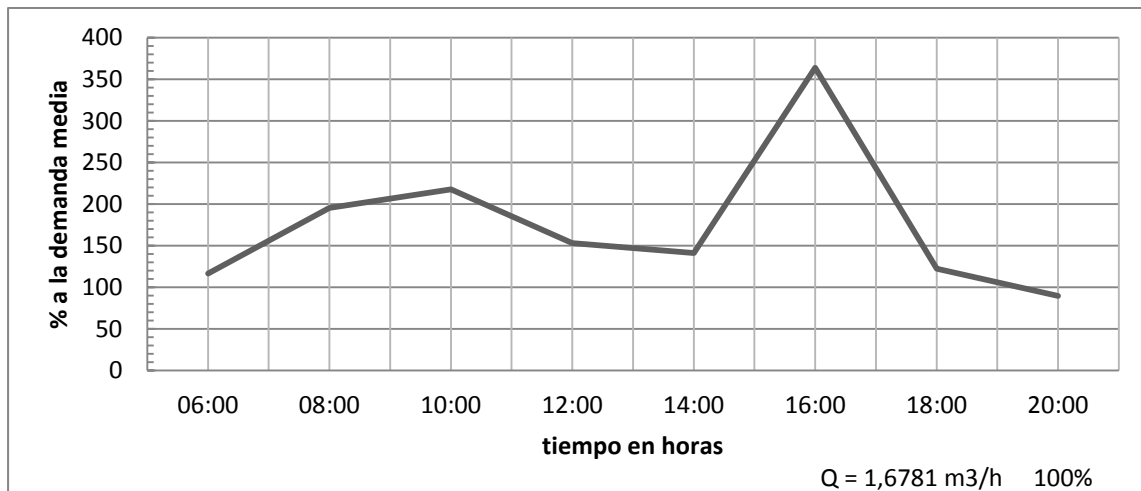
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 82. Promedio de los viernes de noviembre de 2013



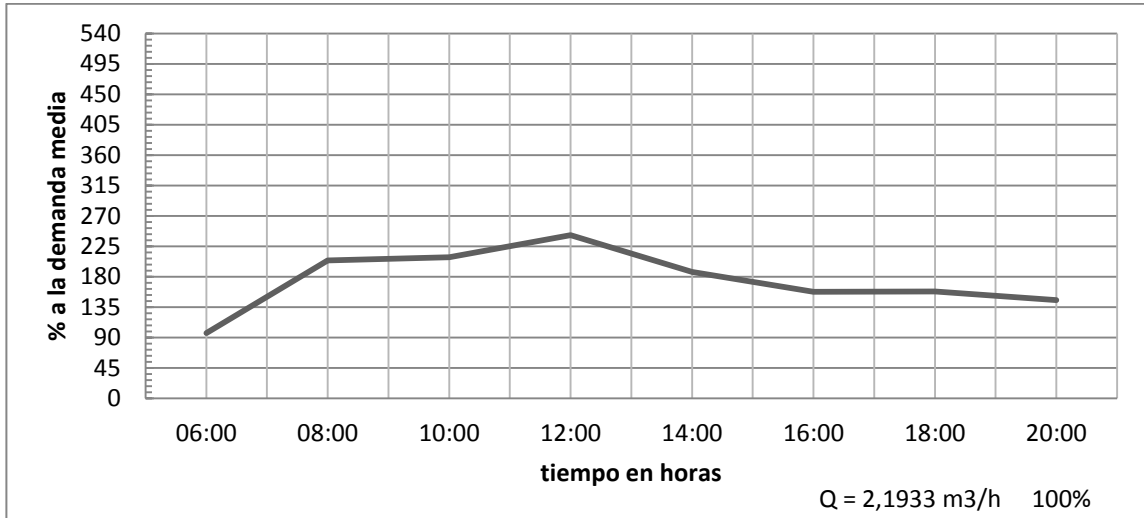
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 83. Promedio de los viernes de diciembre de 2013



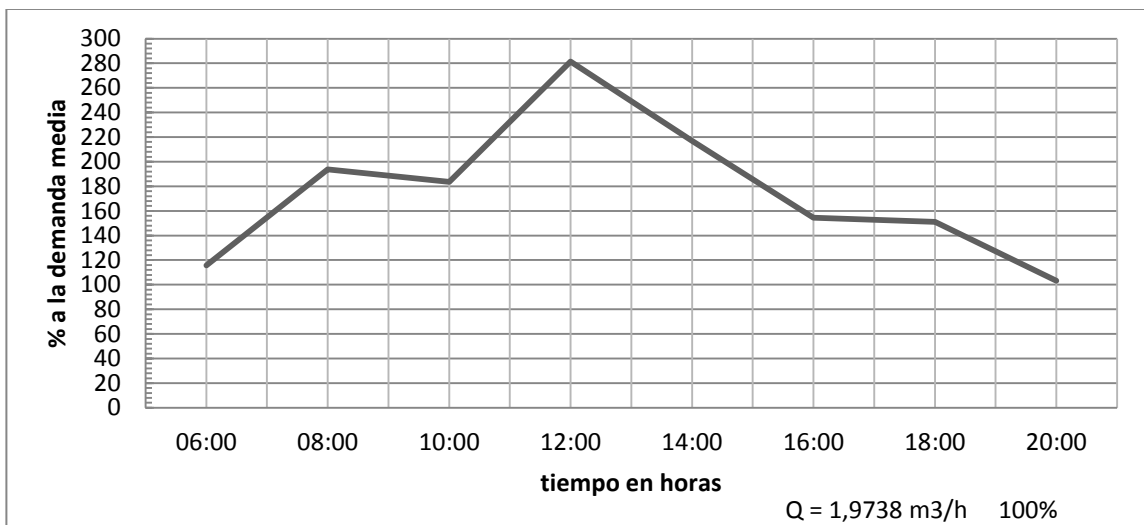
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 84. **Promedio de los viernes de enero de 2014**



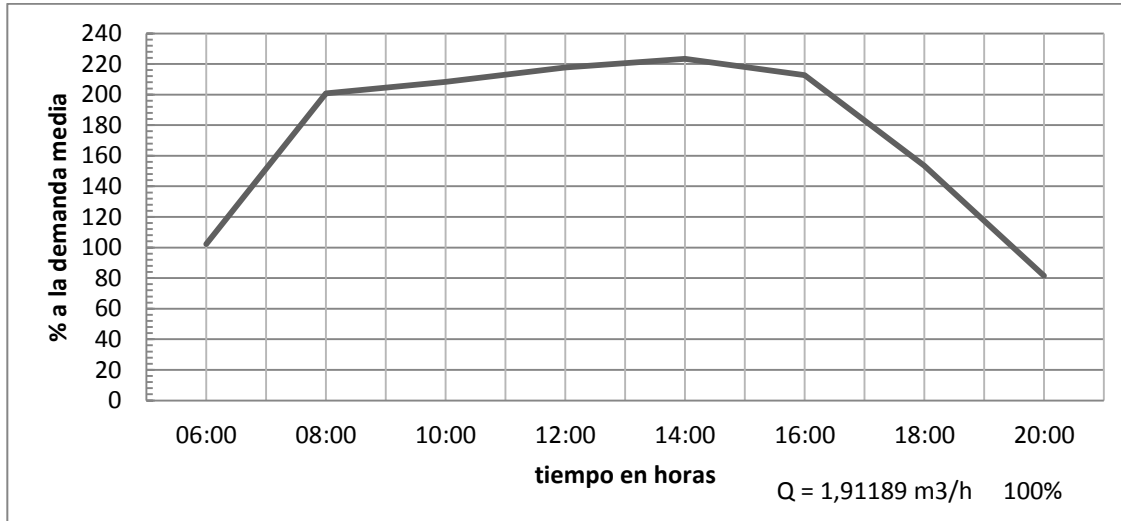
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 85. **Promedio de los viernes de febrero de 2014**



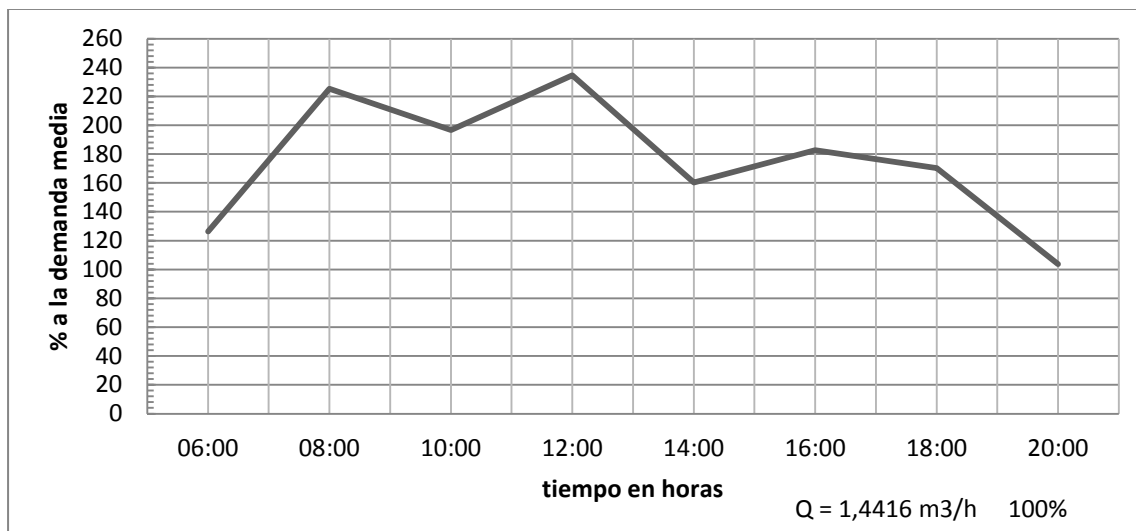
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 86. Promedio de los sábados de noviembre de 2013



Fuente: elaboración propia.

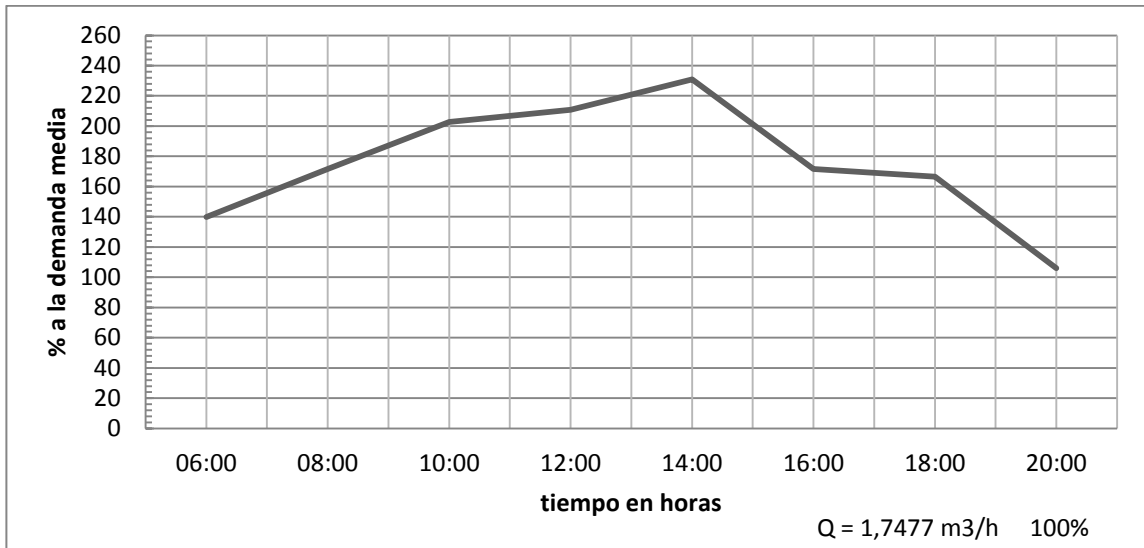
Apéndice 87. Promedio de los sábados de diciembre de 2013



Fuente: elaboración propia.

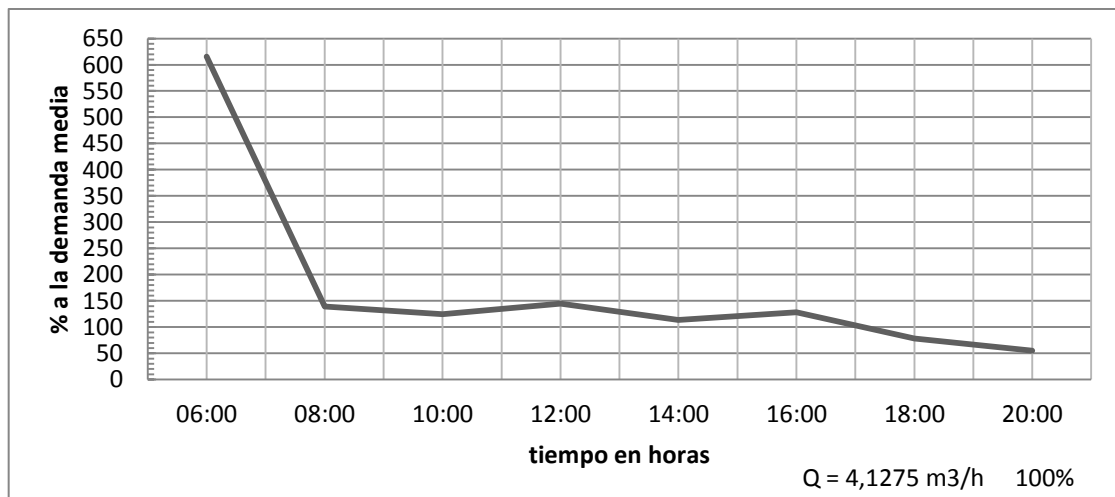


Apéndice 88. Promedio de los sábados de enero de 2014



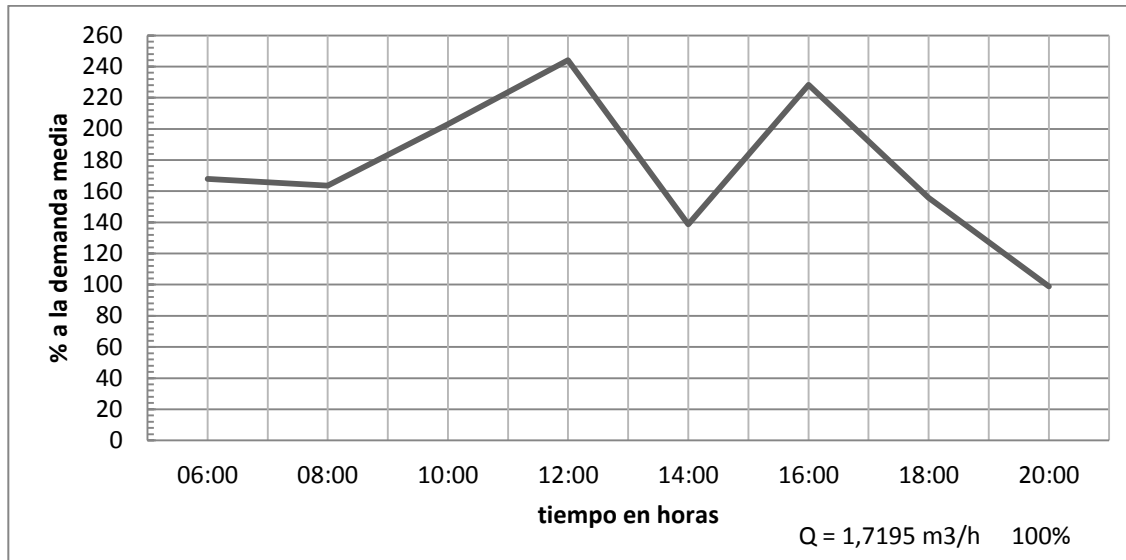
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 89. Promedio de los sábados de febrero de 2014



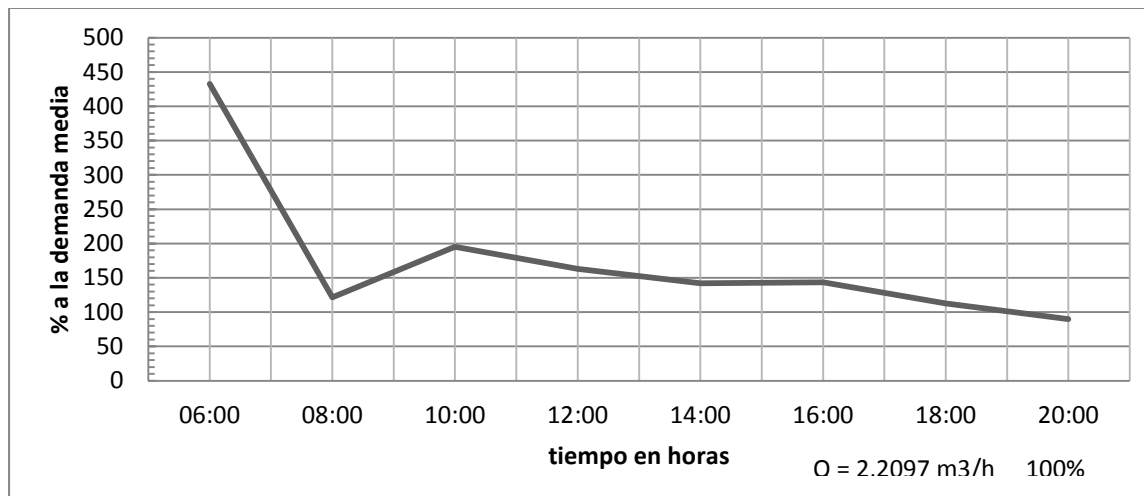
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 90. **Promedio de los domingos de noviembre de 2013**



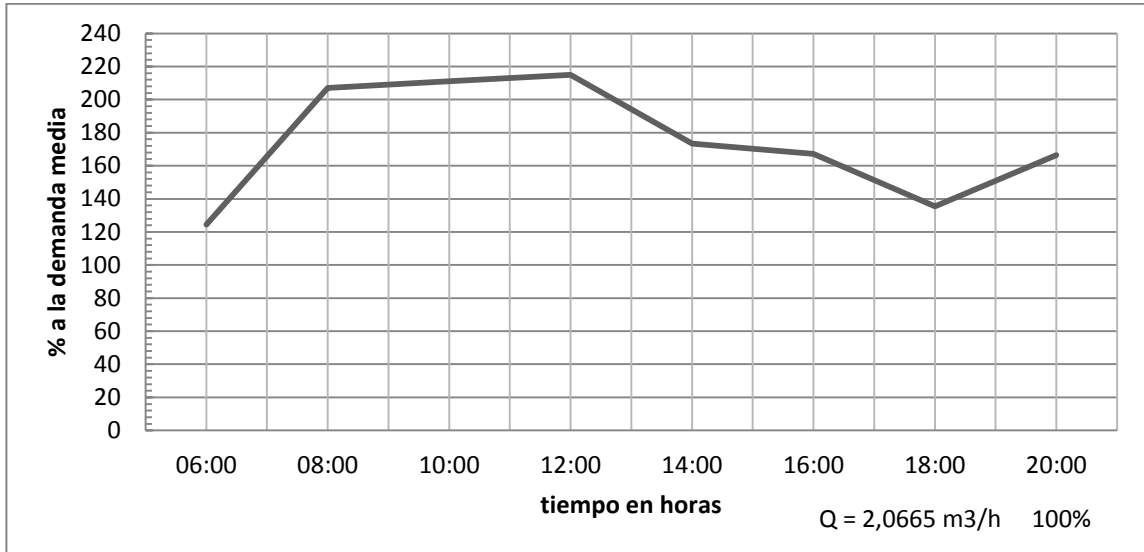
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 91. **Promedio de los domingo de diciembre de 2013**



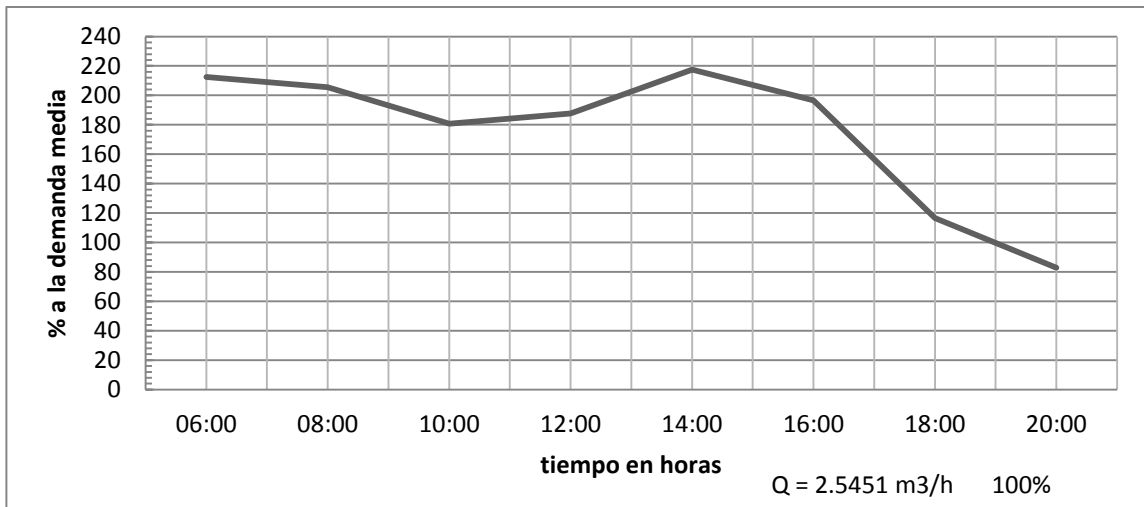
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 92. Promedio de los domingos de enero de 2014



Fuente: elaboración propia.

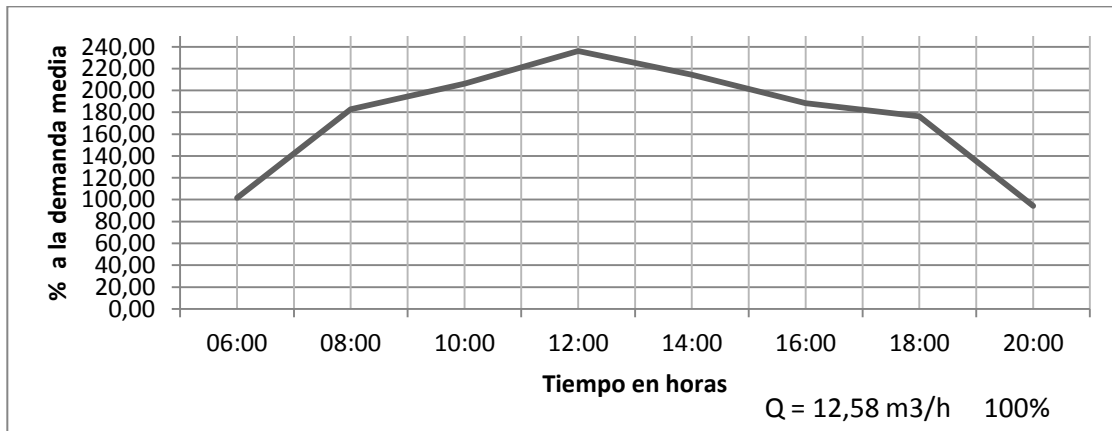
Apéndice 93. Promedio de los domingo de febrero de 2014



Fuente: elaboración propia.

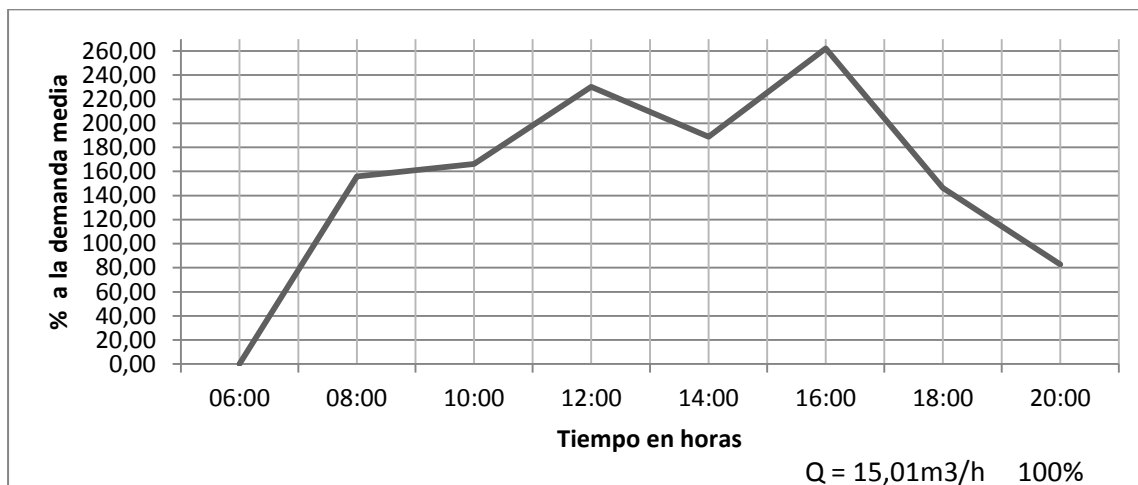
Gráficas de la demanda promedio semanal durante los meses de investigación.

**Apéndice 94. Promedio en la semana del 1 al 7 de noviembre de 2013**



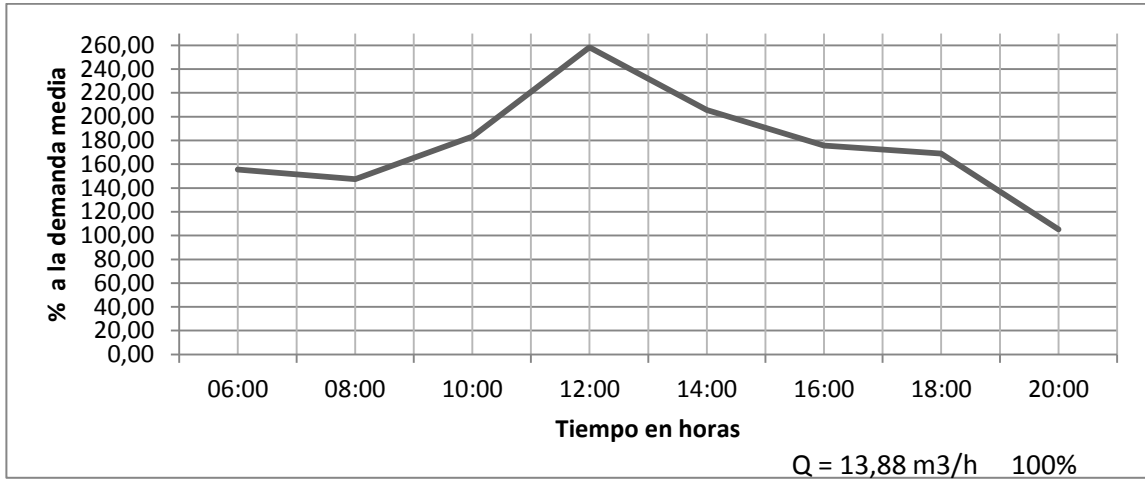
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 95. Promedio en la semana del 8 al 14 de noviembre de 2013**



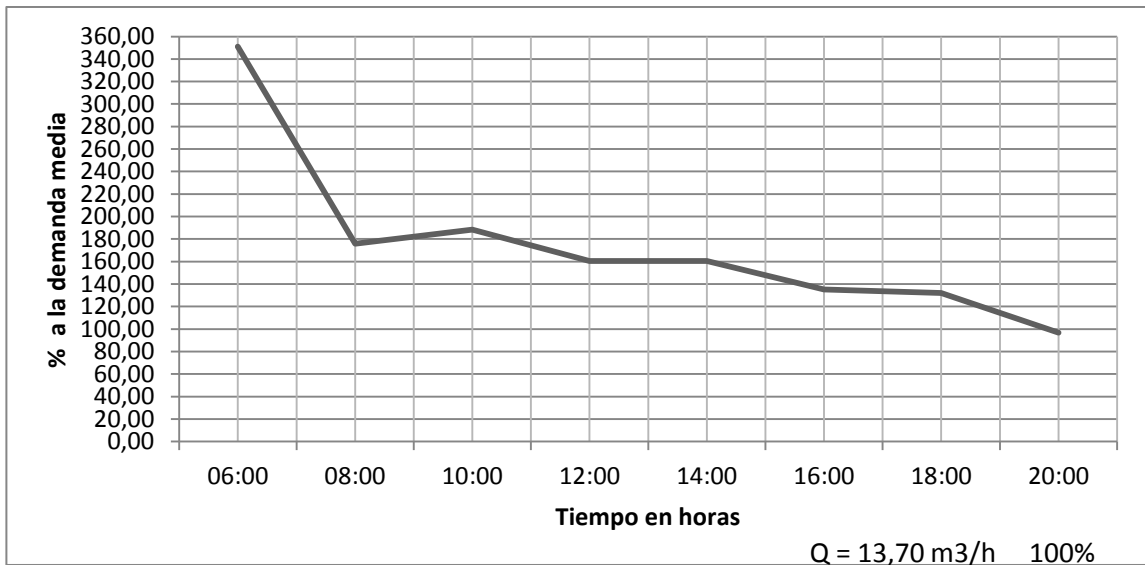
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 96. **Promedio en la semana del 15 al 21 de noviembre de 2013**



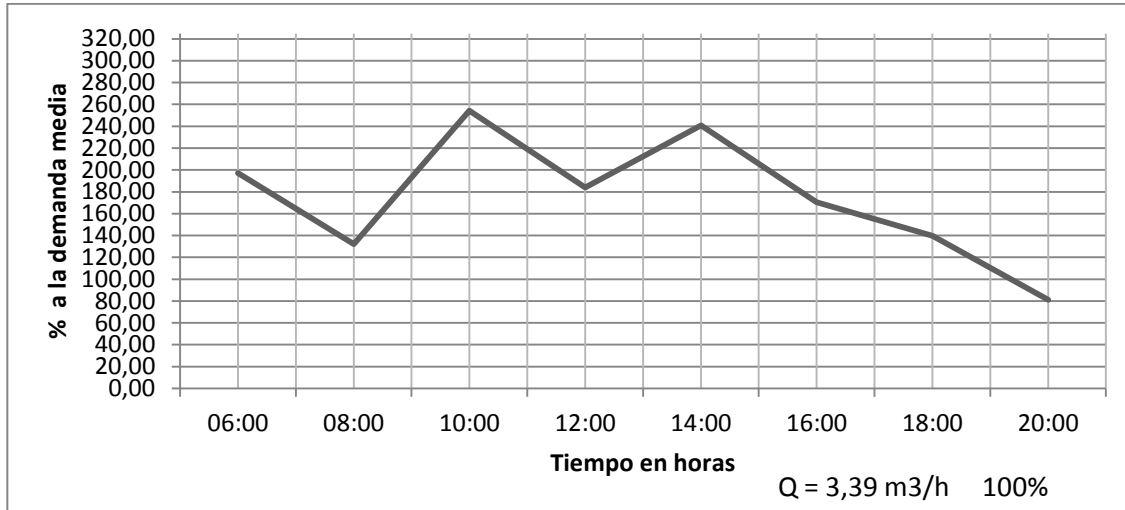
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 97. **Promedio en la semana del 22 al 28 de noviembre de 2013**



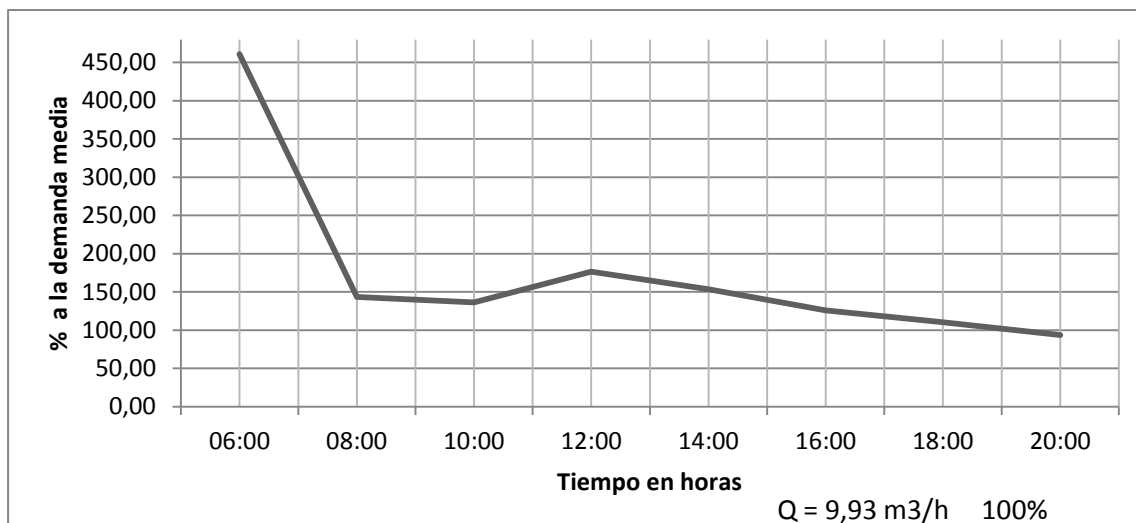
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 98. **Promedio en la semana del 29 al 30 de noviembre de 2013**



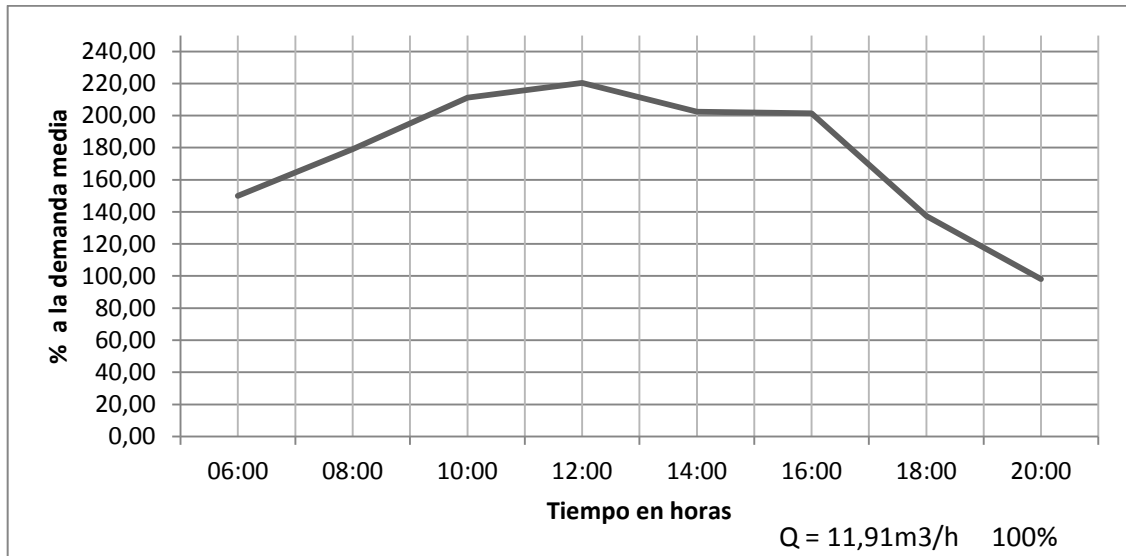
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 99. **Promedio en la semana del 1 al 7 de diciembre de 2013**



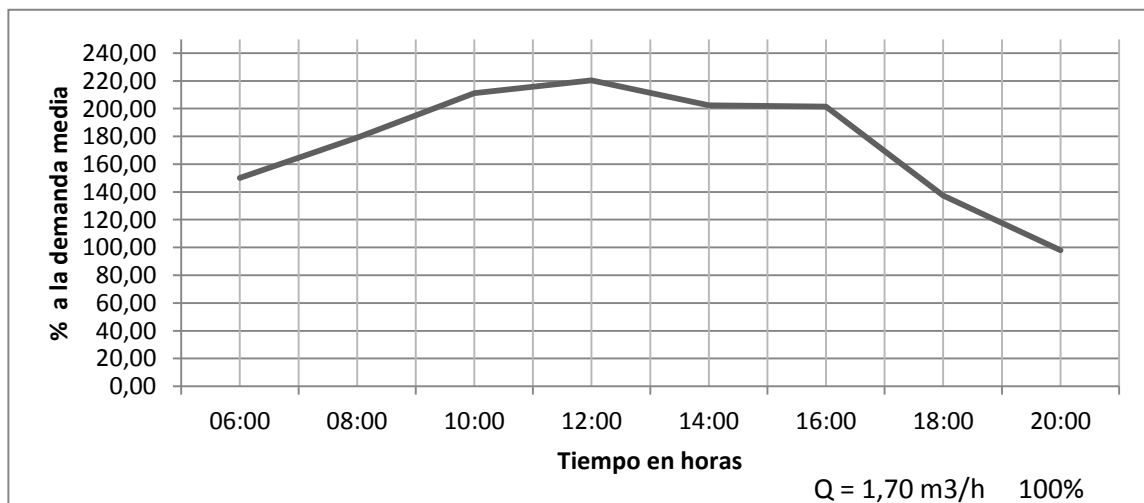
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 100. **Promedio en la semana del 8 al 14 de diciembre de 2013**



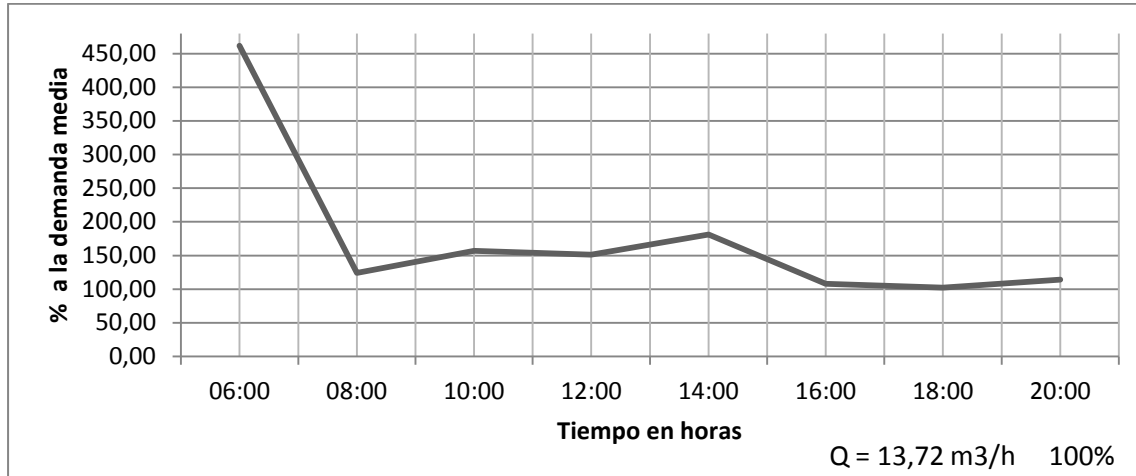
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 101. **Promedio en la semana del 15 al 21 de diciembre de 2013**



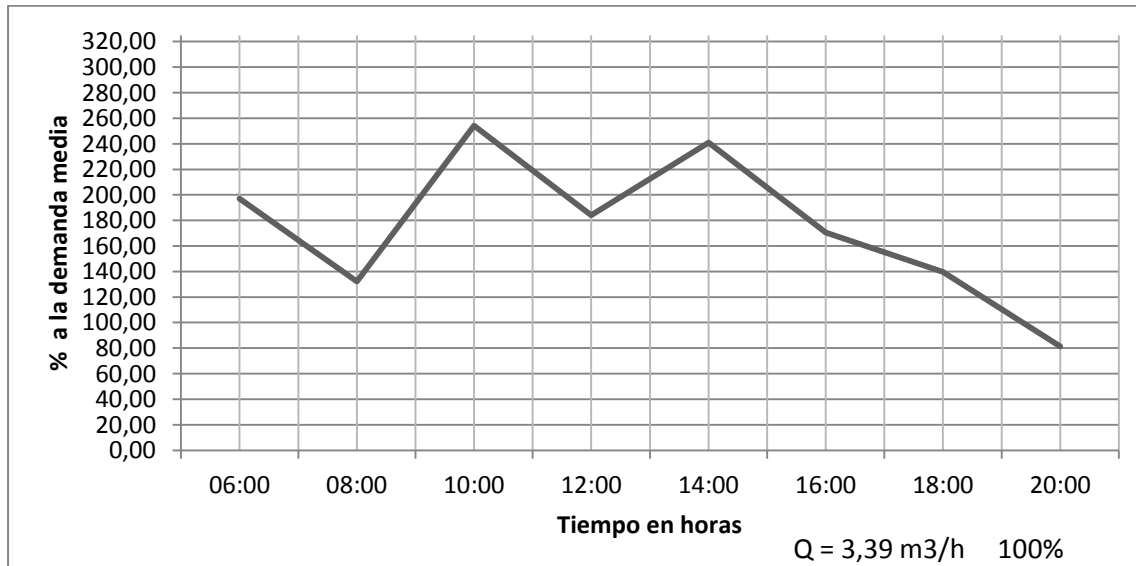
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 102. **Promedio en la semana del 22 al 28 de diciembre de 2013**



Fuente: elaboración propia.

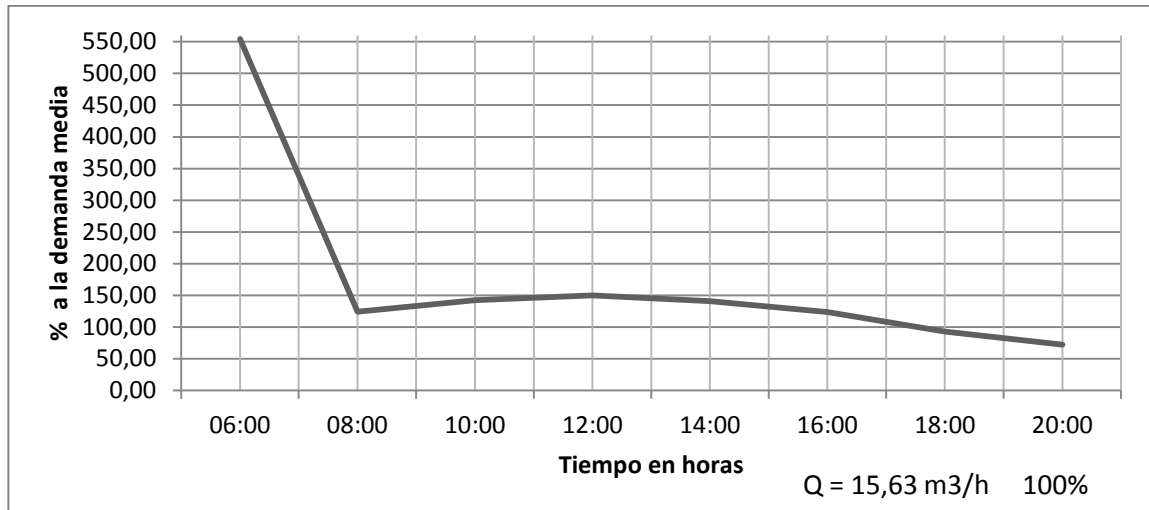
Apéndice 103. **Promedio en la semana del 29 al 31 de diciembre de 2013**



Fuente: elaboración propia.

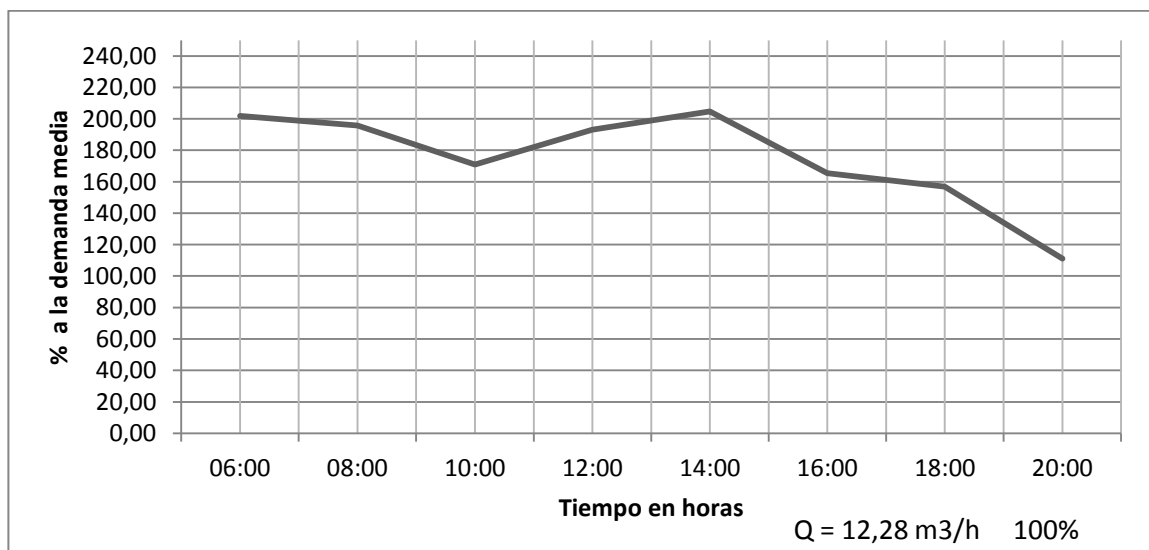


Apéndice 104. **Promedio en la semana del 1 al 7 de enero de 2014**



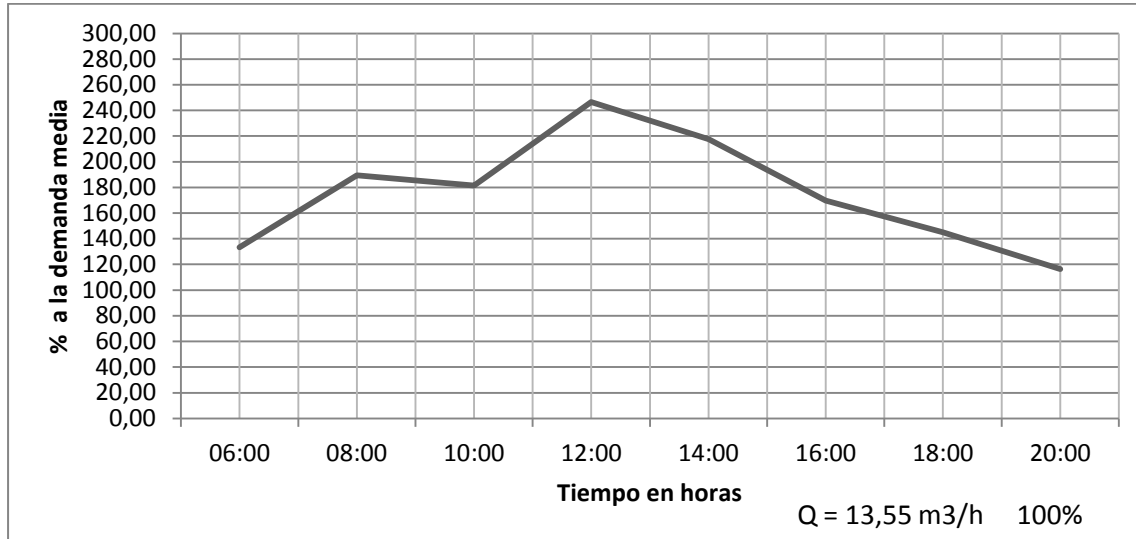
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 105. **Promedio en la semana del 8 al 14 de enero de 2014**



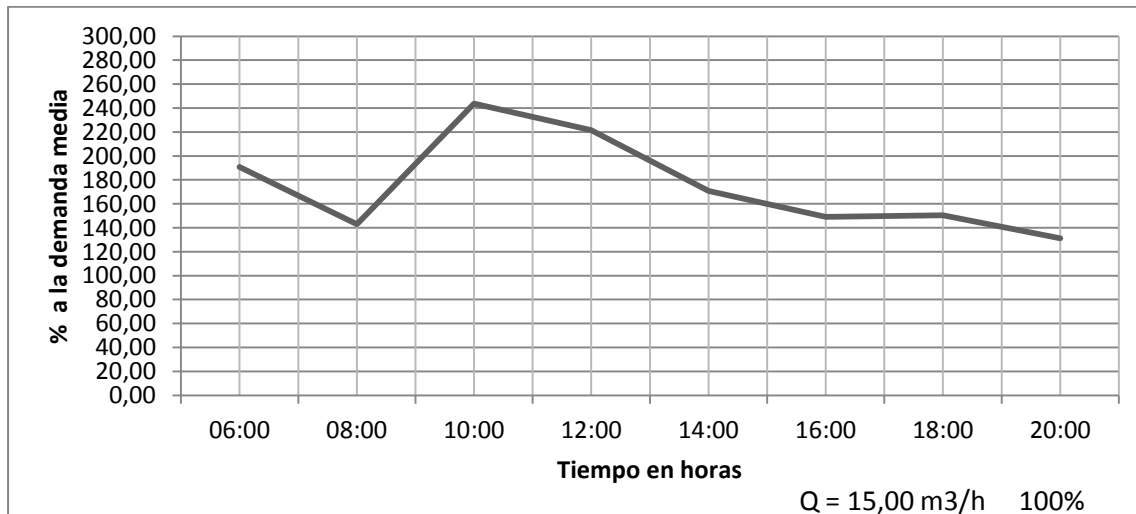
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 106. **Promedio en la semana del 15 al 21 de enero de 2014**



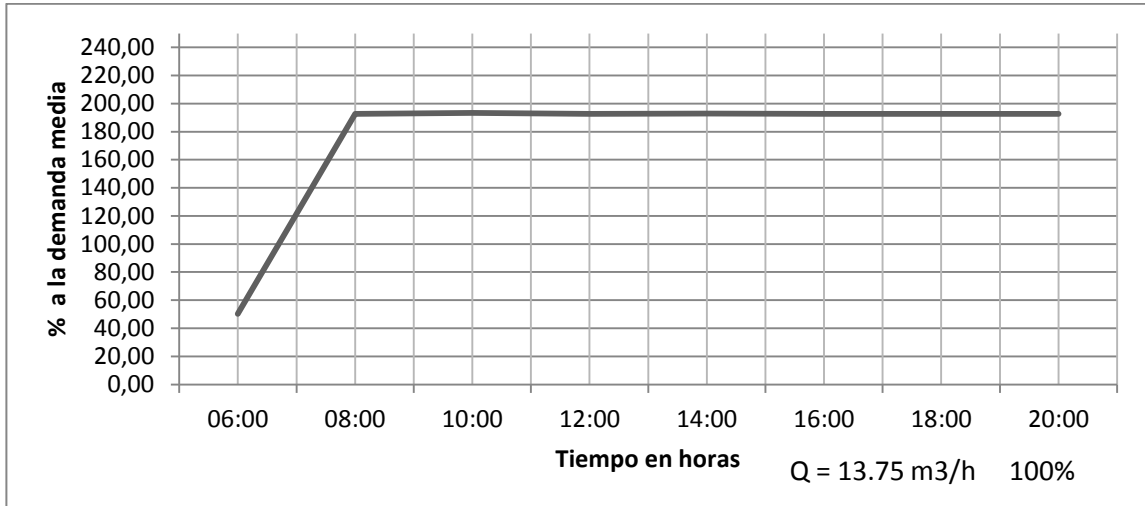
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 107. **Promedio en la semana del 22 al 28 de enero de 2014**



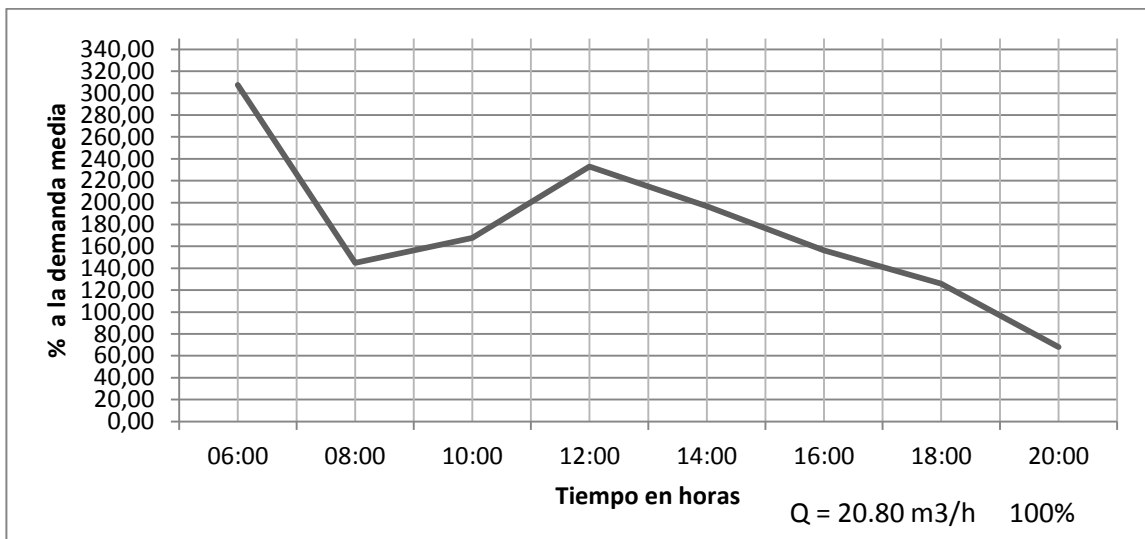
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 108. Promedio en la semana del 29 al 31 de enero de 2014



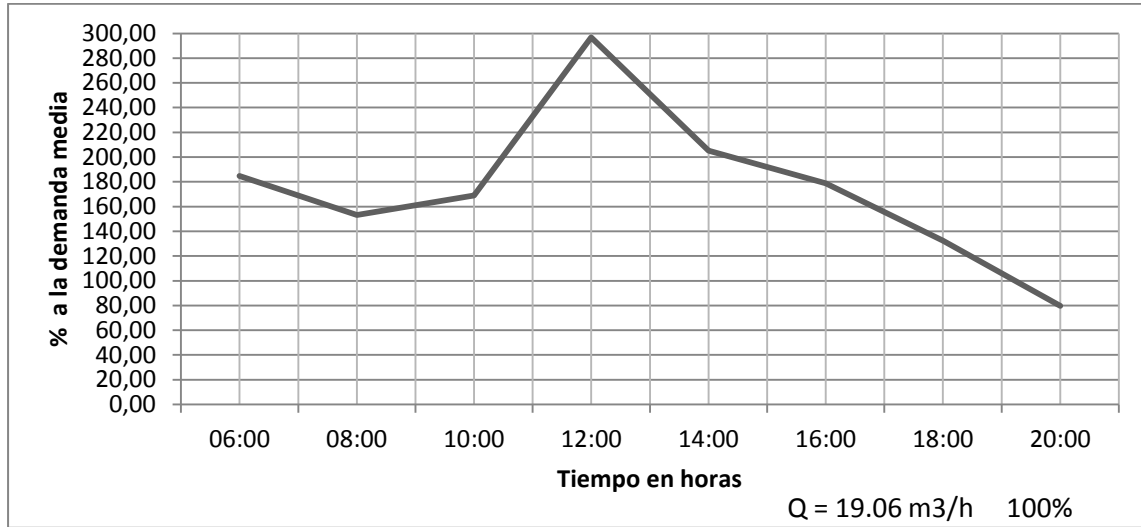
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 109. Promedio en la semana del 1 al 7 de febrero de 2014



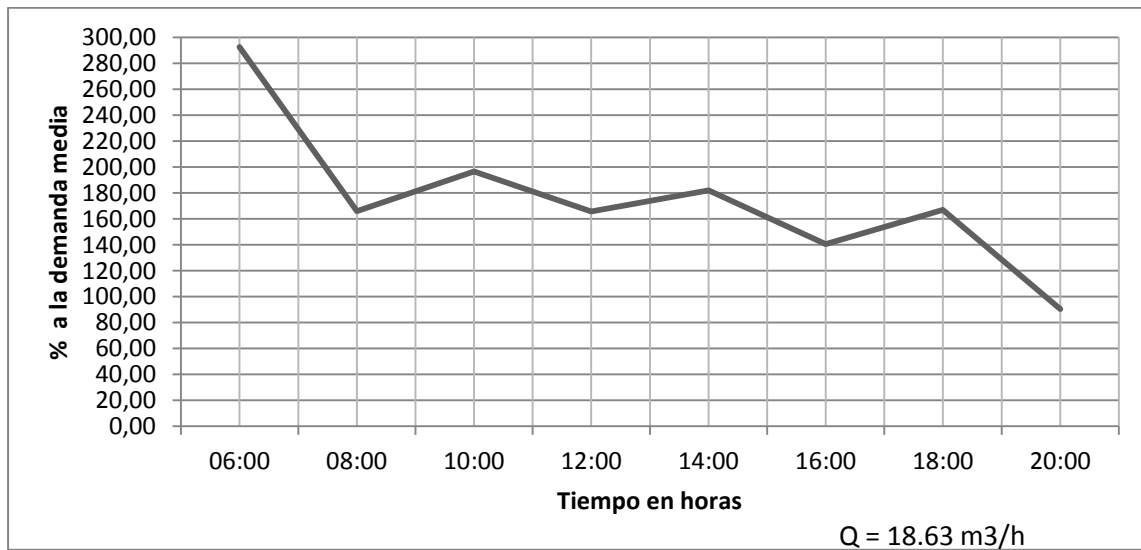
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 110. **Promedio en la semana del 8 al 14 de febrero de 2014**



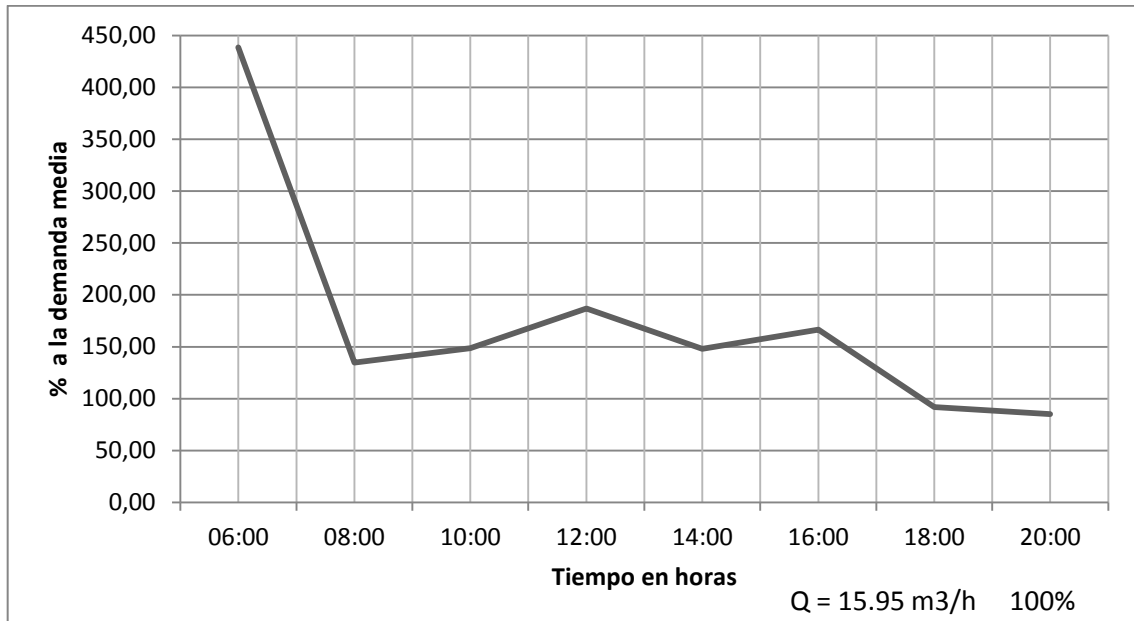
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 111. **Promedio en la semana del 15 al 21 de febrero de 2014**



Fuente: elaboración propia.

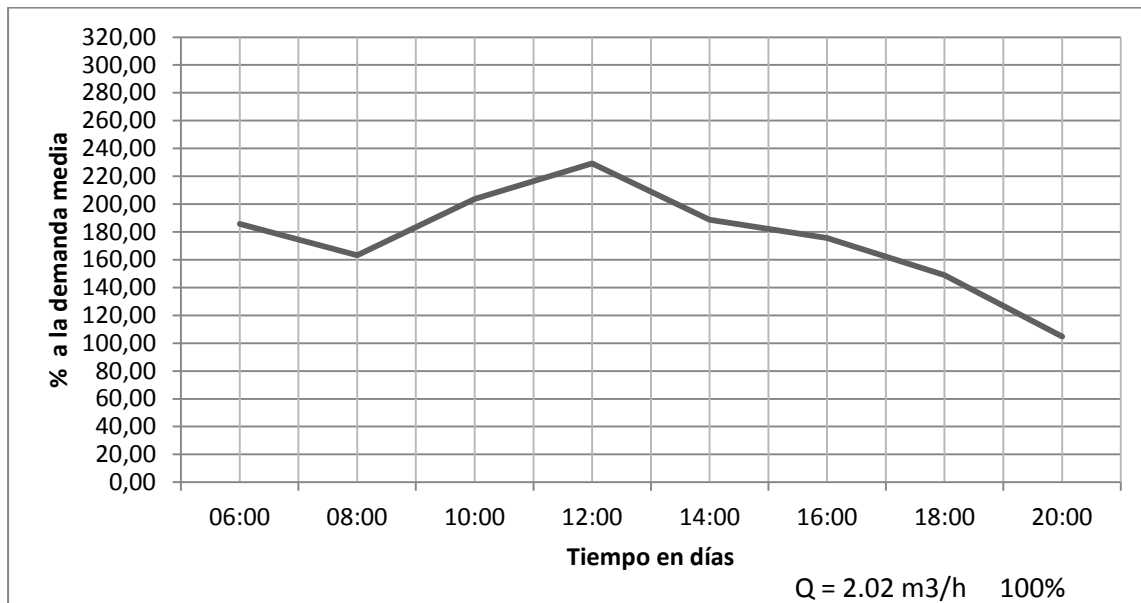
Apéndice 112. **Promedio en la semana del 22 al 28 de febrero de 2014**



Fuente: elaboración propia.

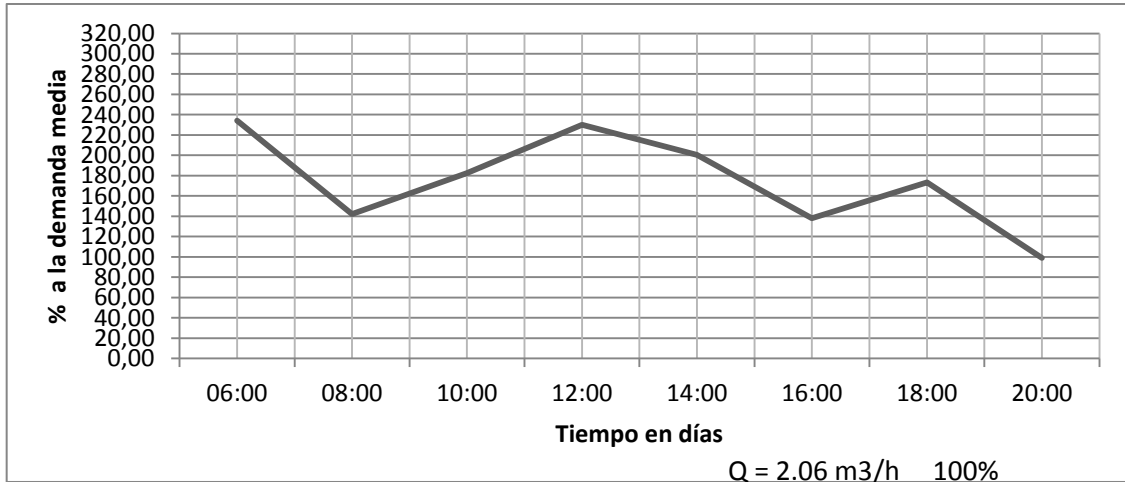
Gráfica de la demanda promedio de los días lunes a domingo, durante el período de investigación.

Apéndice 113. **Promedio de la demanda de los lunes durante el período de investigación**



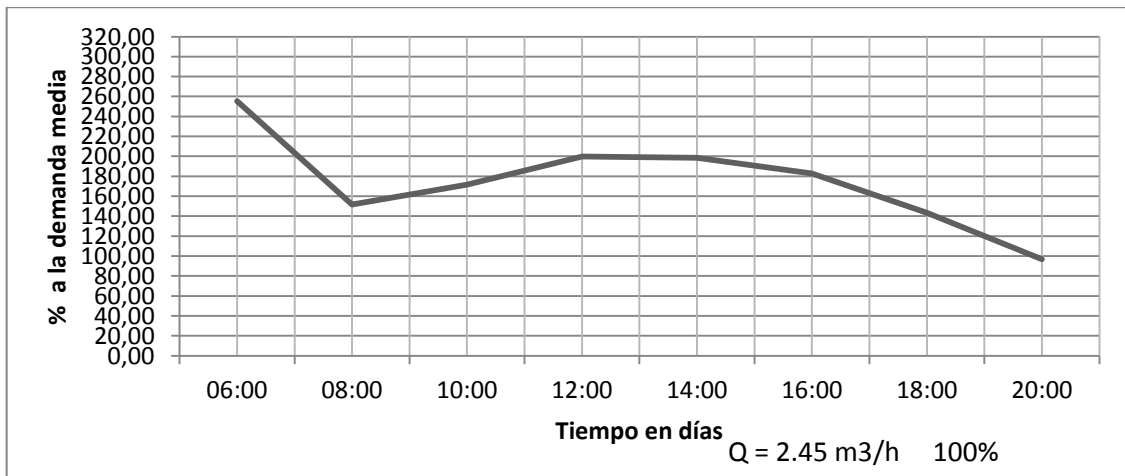
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 114. **Promedio de la demanda de los martes durante el período de investigación**



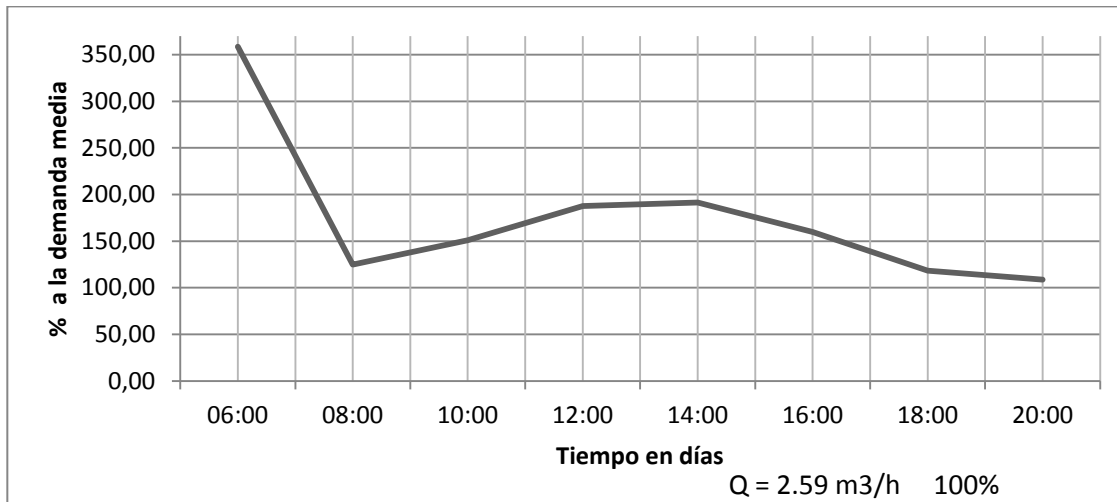
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 115. **Promedio de la demanda de los miércoles durante el período de investigación**



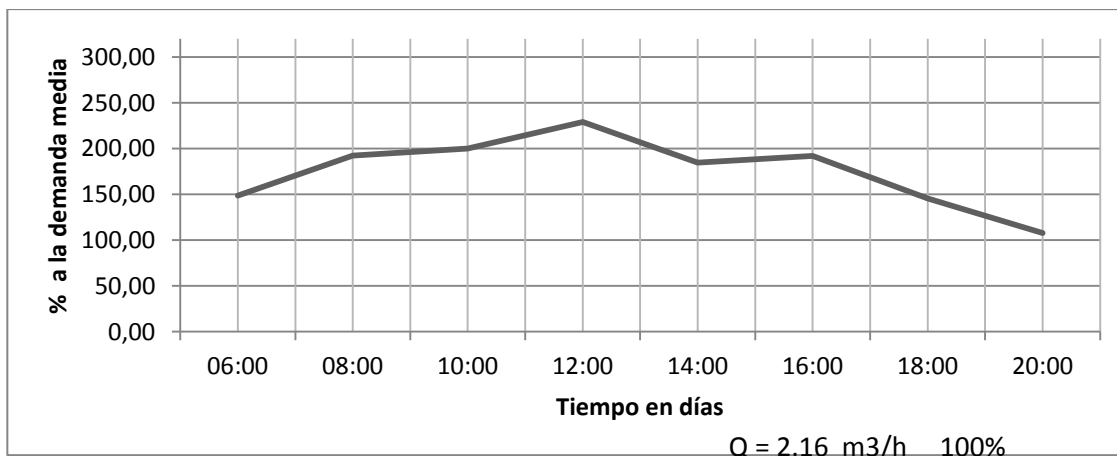
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 116. **Promedio de la demanda de los jueves durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

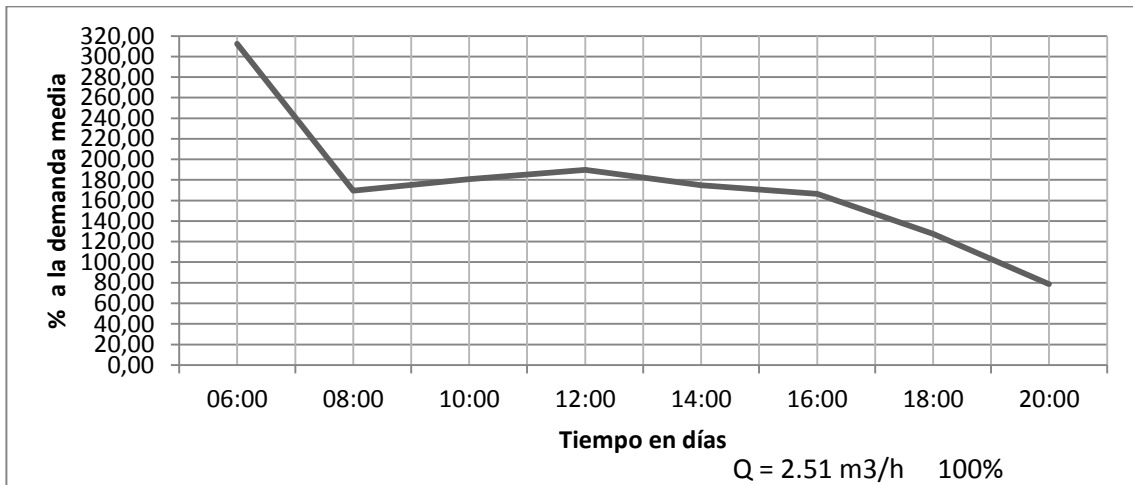
Apéndice 117. **Promedio de la demanda de los viernes durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

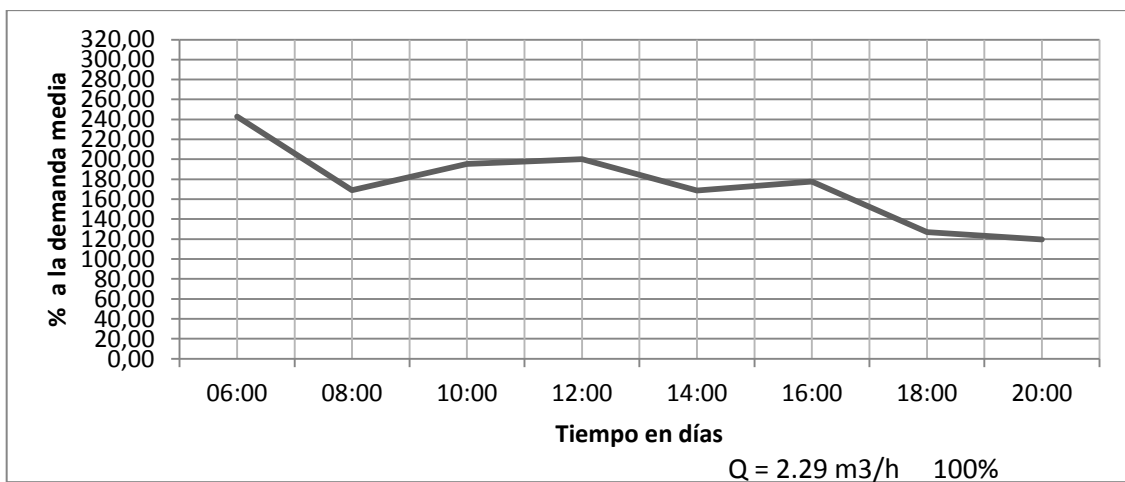


Apéndice 118. **Promedio de la demanda de los sábados durante el período de investigación**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 119. **Promedio de la demanda de los domingos durante el período de investigación**



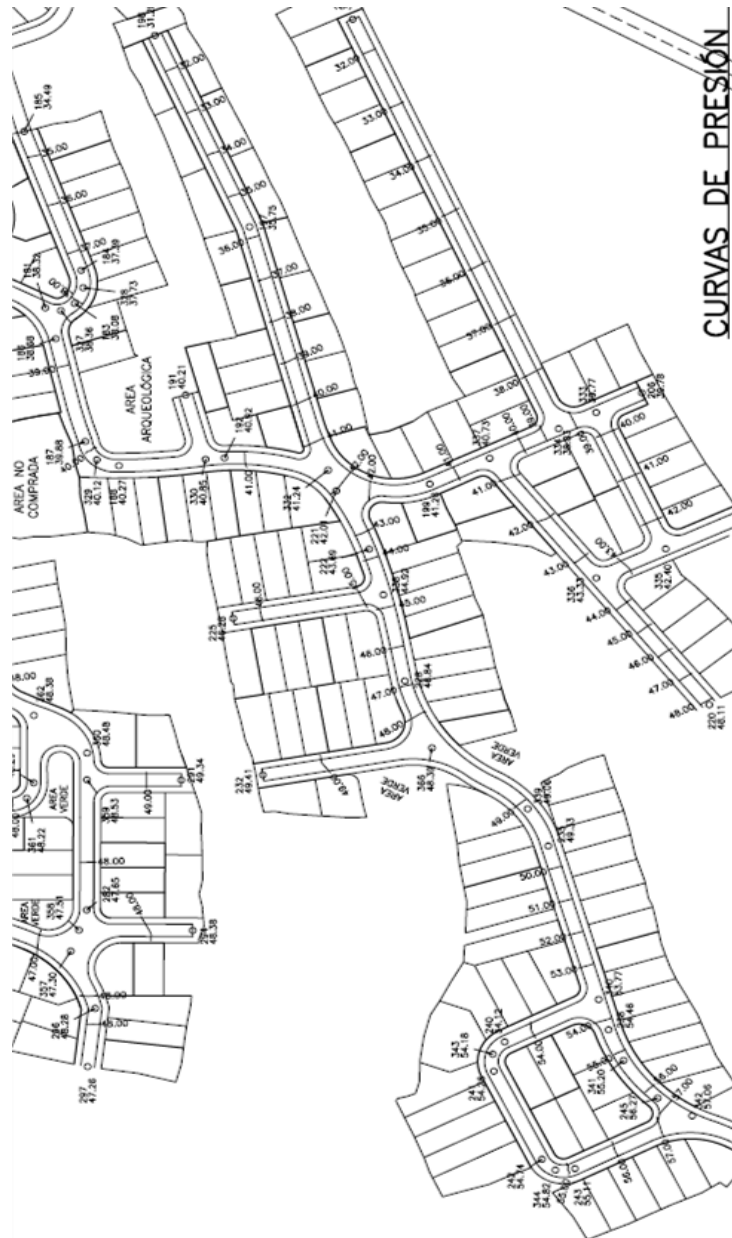
Fuente: elaboración propia.



## **ANEXOS**

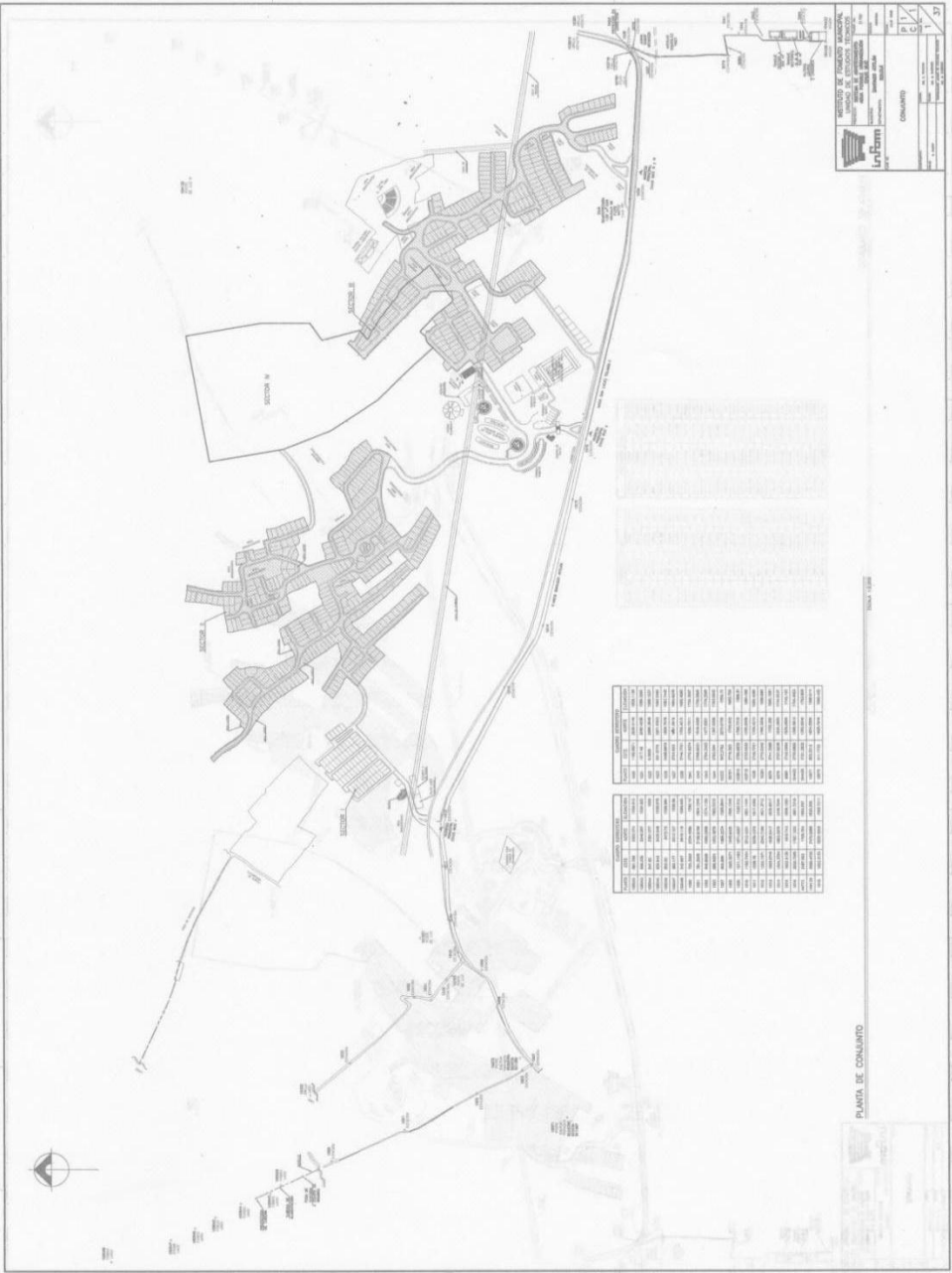


Anexo 1. **Curvas de presión, sector II Chuc Muc, Santiago Atitlán**



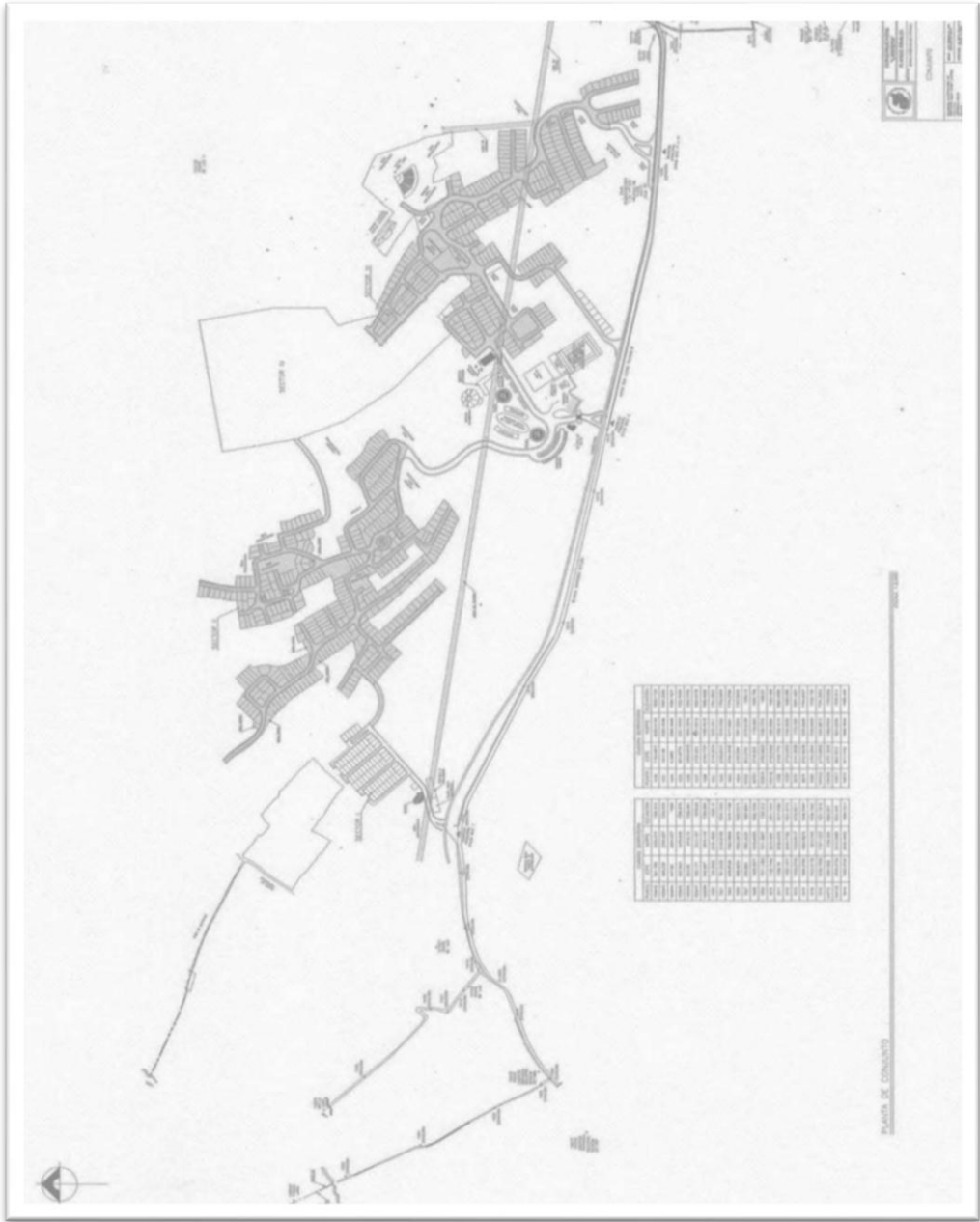
Fuente: programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

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



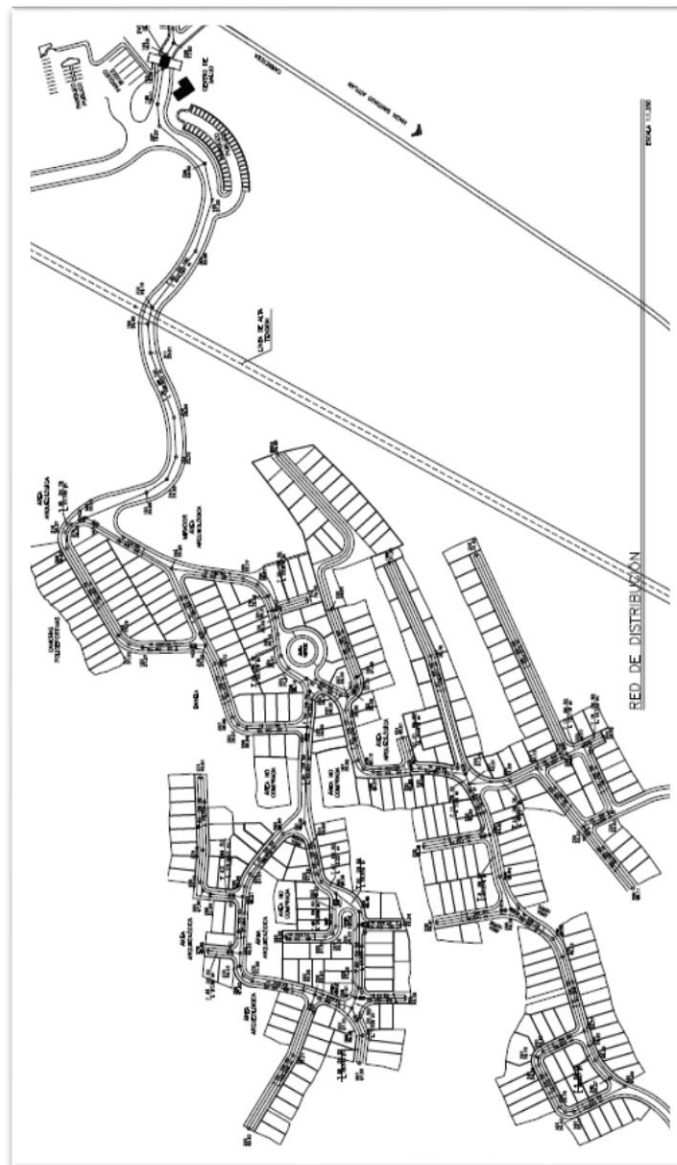
Fuente: programa de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

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



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

Anexo 4. **Red de distribución del sector II, Chuc Muc Santiago Atitlán**



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



Anexo 5. Pronóstico de demanda de agua potable, Chuc Muc Santiago Atitlán

| PRONOSTICO DEMANDA DE AGUA POTABLE      |      |                 |                                  |                         |                              |                    |                 |                   |                    |               |                   |                      |  |  |
|---|------|-----------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------|-------------------|----------------------|--|--|
| ALDEA/CALIDAD                           |      | NUEVO PANAJAU   |                                  | MUNICIPIO               |                              | SANTIAGO ATITLAN   |                 | DEPARTAMENTO      |                    | SOLOLA        |                   |                      |  |  |
| POBLACION                               |      | 2015 AÑO        |                                  | 2007 TASA CREC. POP. %  |                              | 3                  |                 | PERIODO DE DISEÑO |                    | 21 AÑOS       |                   |                      |  |  |
| DOTACION POBLACION SERVIDA DIRECTAMENTE |      | 150             |                                  | DOTACION NO SERVIDOS    |                              | 40                 |                 | FECHA DE DISEÑO   |                    | 28/04/2007    |                   |                      |  |  |
| No.                                     | AÑO  | POBLACION TOTAL | % POBLACION SERVIDA DIRECTAMENTE | CONSUMO DOMESTICO (lit) | CONSUMO COMERCIAL INDUSTRIAL | CONSUMO INDUSTRIAL | CONSUMO OFICIAL | PERDIDAS Y FUGAS  | CAUDAL MEDIO (lit) | CAUDAL MÁXIMO | CAUDAL DÍA MÁXIMO | CAUDAL MÓDULO MÁXIMO | % ALMACENAMIENTO (M <sup>3</sup> - 50) | CLORACION POSICION CLORO OMS (mg/l - 2 ppm. lit/gal) |
| 1                                       | 2007 | 5016            | 86                               | 6.38                    | 0.00                         | 0                  | 0.17            | 0.64              | 9.45               | 14.32         | 15.94             | 408.82               | 5.01                                   | 100.20   |
| 2                                       | 2008 | 5142            | 86                               | 6.64                    | 0.08                         | 0                  | 0.17            | 0.64              | 9.74               | 14.60         | 16.03             | 421.80               | 5.72                                   | 111.83   |
| 3                                       | 2009 | 5321            | 86                               | 6.80                    | 0.08                         | 0                  | 0.16            | 0.68              | 10.04              | 15.08         | 16.77             | 434.46               | 5.23                                   | 114.85   |
| 4                                       | 2010 | 5442            | 87                               | 6.91                    | 0.08                         | 0                  | 0.18            | 0.83              | 10.82              | 16.77         | 18.03             | 484.31               | 4.00                                   | 130.12   |
| 5                                       | 2011 | 5642            | 87                               | 6.98                    | 0.10                         | 0                  | 0.18            | 0.84              | 10.82              | 16.28         | 17.46             | 467.83               | 4.12                                   | 123.73   |
| 6                                       | 2012 | 5815            | 87                               | 6.97                    | 0.10                         | 0                  | 0.20            | 0.89              | 11.16              | 16.74         | 18.31             | 481.87               | 4.26                                   | 127.44   |
| 7                                       | 2013 | 5846            | 86                               | 6.92                    | 0.10                         | 0                  | 0.21            | 0.94              | 11.73              | 17.62         | 19.53             | 507.62               | 4.47                                   | 134.33   |
| 8                                       | 2014 | 6169            | 100                              | 10.71                   | 0.11                         | 0                  | 0.21            | 1.07              | 12.10              | 18.18         | 20.20             | 522.83               | 4.61                                   | 135.54   |
| 9                                       | 2015 | 6264            | 100                              | 11.05                   | 0.11                         | 0                  | 0.22            | 1.10              | 12.47              | 18.70         | 20.83             | 536.91               | 4.78                                   | 142.28   |
| 10                                      | 2016 | 6741            | 100                              | 11.56                   | 0.11                         | 0                  | 0.23            | 1.14              | 12.84              | 19.22         | 21.46             | 554.27               | 4.98                                   | 146.65   |
| 11                                      | 2017 | 6913            | 100                              | 11.70                   | 0.12                         | 0                  | 0.23            | 1.17              | 13.22              | 19.64         | 22.05             | 571.31               | 5.04                                   | 151.02   |
| 12                                      | 2018 | 7182            | 100                              | 12.42                   | 0.12                         | 0                  | 0.25            | 1.24              | 14.03              | 21.00         | 23.06             | 606.10               | 5.34                                   | 160.54   |
| 13                                      | 2019 | 7342            | 100                              | 12.78                   | 0.13                         | 0                  | 0.24            | 1.26              | 14.48              | 21.60         | 23.80             | 624.26               | 5.80                                   | 166.07   |
| 14                                      | 2021 | 7807            | 100                              | 13.17                   | 0.13                         | 0                  | 0.24            | 1.32              | 14.85              | 22.33         | 24.77             | 643.01               | 6.27                                   | 170.02   |
| 15                                      | 2022 | 7812            | 100                              | 13.27                   | 0.14                         | 0                  | 0.27            | 1.34              | 15.22              | 23.00         | 25.42             | 662.32               | 6.24                                   | 173.12   |
| 16                                      | 2023 | 8048            | 100                              | 13.87                   | 0.14                         | 0                  | 0.28            | 1.40              | 15.78              | 23.68         | 26.09             | 682.17               | 6.01                                   | 180.37   |
| 17                                      | 2024 | 8381            | 100                              | 14.39                   | 0.14                         | 0                  | 0.28            | 1.44              | 16.26              | 24.40         | 26.83             | 702.24               | 6.18                                   | 180.78   |
| 18                                      | 2025 | 8539            | 100                              | 14.83                   | 0.15                         | 0                  | 0.30            | 1.48              | 16.78              | 25.13         | 27.61             | 723.71               | 6.35                                   | 181.32   |
| 19                                      | 2026 | 8792            | 100                              | 15.32                   | 0.15                         | 0                  | 0.31            | 1.53              | 17.32              | 25.86         | 28.41             | 746.13               | 6.27                                   | 187.10   |
| 20                                      | 2027 | 9038            | 100                              | 15.73                   | 0.14                         | 0                  | 0.31            | 1.57              | 17.87              | 26.59         | 29.22             | 769.28               | 6.27                                   | 203.00   |
| 21                                      | 2028 | 9251            | 100                              | 16.20                   | 0.14                         | 0                  | 0.32            | 1.62              | 18.51              | 27.42         | 30.04             | 793.22               | 6.27                                   | 208.10   |

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

