

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

---

**ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES  
RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y  
SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.**

---

---

**AUTOR:** JULIO CÉSAR TIPÁN JINDE

**TUTOR:** Ing. Mg. GEOVANNY PAREDES

**Ambato – Ecuador**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Geovanny Paredes certificó que el presente Estudio Experimental realizado por el Sr. Julio César Tipán Jinde Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO, es de su autoría y se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ambato, Octubre 2017

.....  
Ing. Mg. Geovanny Paredes

**TUTOR**

## **AUTORÍA**

Yo, JULIO CÉSAR TIPÁN JINDE, con CI. 180474875-2, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido, las ideas y análisis presentados en el presente Estudio Experimental bajo el tema: **“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO”** es de mi autoría a excepción de los conceptos emitidos en las citas bibliográficas.

Ambato, Octubre 2017

.....  
**AUTOR**

Julio César Tipán Jinde

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Octubre 2017

.....

**AUTOR**

Julio César Tipán Jinde

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental realizado por el Sr. Julio César Tipán Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.

Ambato, Octubre 2017

Para constancia firman:

.....  
Ing. Mg. Rodrigo Acosta  
**PROFESOR CALIFICADOR**

.....  
Ing. Mg. Diego Chérrez  
**PROFESOR CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, iluminarme y guiarme por un buen camino cada día de mi vida, por permitir que se cumpla uno de los logros más anhelados en mi vida.

A una persona tan especial en mi vida, quien fue mi maestro, mi mentor, la persona que se desvelaba por ver lo mejor para mí, con quien compartimos muchos momentos de alegría en cada uno de los trabajos que juntos realizábamos y que hoy me cuida desde el cielo para ti Papi Julio.

A mi querida madre Beatriz que con su sacrificio, ejemplo, amor y apoyo han sabido formarme como persona e inculcarme el deseo de superación.

A mí querida esposa Amanda, por brindarme su amor y apoyo incondicional durante mis estudios universitarios, por ser la base fundamental para que esta meta se cumpla.

A mis amados hijos Dylan y Dayra, por ser mi fuente de inspiración y superación, por llenar de felicidad mi vida.

A mi Abuelita Angelita por su amor y cuidado en mi niñez y por ser ese angelito que desde el cielo me cuida.

**Julio César Tipán Jinde**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios y a la virgen Santa Lucia por darme salud y fortaleza para superar todos los retos que se presentaron durante mis estudios universitarios.

Gracias sinceras Amanda, por brindarme tus palabras de aliento, por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles y por apoyarme para que se cumpla esta meta tan anhelada por los dos.

A mi querido Padre por ser la persona que me impulso a seguir esta bonita carrera, por inculcarme valores como el respeto, honradez y humildad, por todas sus enseñanzas, por su apoyo incondicional y por saber inculcarme siempre los deseos de superación.

A mí querida Madre por brindarme su amor y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, por su sacrificio para formarme como la persona que soy ahora.

A mis hermanos Edwin, Mirian y Mónica por brindarme su cariño y apoyo desinteresado, por sus palabras de aliento y por todos los buenos y malos momentos que superamos juntos.

A toda mi familia, por su apoyo y consejos durante toda mi vida.

Al Ing. Geovanny Paredes, por ayudarme con su tutoría durante la realización de este trabajo.

Al Ing. Dilon Moya, por su ayuda desinteresada durante la realización de este trabajo.

**Julio César Tipán Jinde**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XIV

### B. TEXTO

#### CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1	TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2	ANTECEDENTES .....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4	OBJETIVOS .....	4
1.4.1	Objetivo General: .....	4
1.4.2	Objetivos Específicos: .....	4

#### CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN

2.1	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1.1	EL AGUA .....	5
2.1.2	CONSUMO DE AGUA POTABLE.....	5
2.1.3	TIPOS DE CONSUMO .....	6
2.1.4	DOTACIÓN Ó CONSUMO PER CÁPITA .....	7
2.1.5	FACTORES QUE AFECTAN LA DOTACIÓN .....	8
2.1.6	VARIACIONES DE CONSUMO .....	10
2.1.7	COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO DIARIO (k1):.....	11
2.1.8	COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO HORARIO (k2):.....	11



2.1.9	CONSUMO MEDIO DIARIO ANUAL (Qmd)	11
2.1.10	CONSUMO MÁXIMO DIARIO	12
2.1.11	CONSUMO MÁXIMO HORARIO	12
2.1.12	CURVA DE CONSUMO DIARIO	13
2.1.13	PATRONES DE CONSUMO	13
2.1.14	CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO (QMP)	14
2.1.15	MEDIDORES DE CAUDAL	16
2.1.15	TIPOS DE MEDIDORES DE CAUDAL	16
2.1.15.1	MACRO MEDIDORES	16
2.1.15.2	MICRO MEDIDORES	17
2.1.15.2.1	MEDIDOR	17
2.1.16	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	20
2.1.17	MAPA DIGITAL	21
2.2	HIPÓTESIS	21
2.3	SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	21
2.3.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	21
2.3.2	VARIABLE DEPENDIENTE	21

### **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

3.1	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	22
3.2.1	POBLACIÓN	22
3.2.2	MUESTRA	23
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	23
3.3.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	24
3.3.2	VARIABLE DEPENDIENTE	25
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	26
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	26
3.5.1	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	26
3.5.2	PLAN DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27

### **CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	RECOLECCIÓN DE DATOS	28
4.1.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN ESTUDIO	28

4.1.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	29
4.1.3 ENCUESTA A USUARIOS RESIDENCIALES .....	30
4.1.4 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE CAUDAL .....	32
4.1.5 INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ZONAS EN ESTUDIO .....	34
4.1.5.1 CIUDADELA LA VICENTINA .....	34
4.1.5.2 CIUDADELA SAN ANTONIO .....	35
4.1.5.3 CIUDADELA BELLAVISTA.....	36
4.1.5.4 CIUDADELA ORIENTE .....	37
4.1.5.5 RESUMEN DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS.....	37
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	39
4.2.1 NÚMERO DE CONSUMIDORES POR VIVIENDA.....	39
4.2.1.1 CIUDADELA LA VICENTINA .....	39
4.2.1.2 CIUDADELA SAN ANTONIO .....	40
4.2.1.3 CIUDADELA BELLAVISTA.....	42
4.2.1.4 CIUDADELA ORIENTE .....	43
4.2.2 NÚMERO DE PUNTOS HIDRÁULICOS POR VIVIENDA.....	44
4.2.2.1 CIUDADELA LA VICENTINA .....	44
4.2.2.2 CIUDADELA SAN ANTONIO .....	45
4.2.2.3 CIUDADELA BELLAVISTA.....	46
4.2.2.4 CIUDADELA ORIENTE .....	47
4.2.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAUDALES .....	49
4.2.3.1 SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO .....	50
4.2.3.2 CURVA DE CONSUMO PER- CÁPITA PROMEDIO .....	63
4.2.3.3 PATRONES DE CONSUMO.....	77
4.2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	89
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	90

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	91
5.2 RECOMENDACIONES .....	94
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	89
1. BIBLIOGRAFÍA .....	89
2. ANEXO FOTOGRÁFICO.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dotaciones Recomendadas por tipo de clima y número de habitantes.....	7
Tabla 2: Dotaciones para edificaciones de uso específico.....	8
Tabla 3: Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo.....	14
Tabla 4: Variable Independiente.....	24
Tabla 5: Variable Dependiente.....	25
Tabla 6: Plan de recolección de Información.....	26
Tabla 7: Caudales de captación promedio para el Sistema de distribución Panimboza.....	29
Tabla 8: Zonas de Estudio.....	29
Tabla 9: Encuesta sobre el consumo de agua potable.....	31
Tabla 10: Formato de medición de caudal consumido.....	34
Tabla 11: Número de encuestas realizadas en la Cdla. San Antonio.....	35
Tabla 12: Número de encuestas realizadas en la Cdla. Bellavista.....	36
Tabla 13: Número de encuestas realizadas en la Cdla. Oriente.....	37
Tabla 14: Resumen del número de encuestas realizadas.....	38
Tabla 15: Valores promedio para los diferentes tipos de puntos hidráulicos.....	48
Tabla 16: Semana típica de consumo promedio - Zona 1 Ciudadela La Vicentina.....	51
Tabla 17: Semana típica de consumo promedio - Zona 2 Ciudadela San Antonio.....	52
Tabla 18: Semana típica de consumo promedio - Zona 3 Ciudadela San Antonio.....	53
Tabla 19: Semana típica de consumo promedio - Zona 4 Ciudadela San Antonio.....	54
Tabla 20: Semana típica de consumo promedio - Zona 5 Ciudadela San Antonio.....	55
Tabla 21: Semana típica de consumo promedio - Zona 6 Ciudadela San Antonio.....	56
Tabla 22: Semana típica de consumo promedio - Zona 7 Ciudadela San Antonio.....	57
Tabla 23: Semana típica de consumo promedio - Zona 8 Ciudadela Bellavista.....	58
Tabla 24: Semana típica de consumo promedio - Zona 9 Ciudadela Bellavista.....	59
Tabla 25: Semana típica de consumo promedio - Zona 10 Ciudadela Oriente.....	60
Tabla 26: Semana típica de consumo promedio - Zona 11 Ciudadela Oriente.....	61
Tabla 27: Consumo promedio per-cápita de la Zona 1 a la Zona 11.....	63
Tabla 28: Caudales de distribución promedio a la red Panimboza en un día.....	65

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva de consumo diario típica .....	13
Gráfico 2: Macro medidor tipo Woltman. ....	17
Gráfico 3: Medidor Volumétrico. ....	18
Gráfico 4: Curva de exactitud del Medidor Volumétrico. ....	18
Gráfico 5: Mecanismo del medidor de chorro único. ....	19
Gráfico 6: Mecanismo del medidor de chorro múltiple. ....	20
Gráfico 7: Zonificación de las zonas de estudio. ....	30
Gráfico 8: Marcas de medidores más comunes en la red Panimboza. ....	32
Gráfico 9: Principio de medidor de velocidad. ....	32
Gráfico 10: Como leer un micromedidor de agua potable.....	33
Gráfico 11: Número de casas y departamentos – Ciudadela La Vicentina Z1. ....	34
Gráfico 12: Número de Casas y Dptos. –Cdla. San Antonio.....	35
Gráfico 13: Número de Casas y Dptos. – Cdla. San Antonio.....	36
Gráfico 14: Número de Casas y Dptos. – Cdla. Oriente.....	37
Gráfico 15: Resumen de Número de Casas y Dptos. Encuestados. ....	38
Gráfico 16: Número de consumidores promedio por vivienda – Zona 1.....	39
Gráfico 17: Número de consumidores promedio por vivienda Zona 2 -7. ....	40
Gráfico 18: Número de consumidores por vivienda de la Zona 8 y 9. ....	42
Gráfico 19: Número de consumidores por vivienda de la Zona 10 - 11. ....	43
Gráfico 20: Número de puntos hidráulicos por vivienda – Zona 1.....	45
Gráfico 21: Número de puntos hidráulicos por vivienda Ciudadela San Antonio.....	45
Gráfico 22: Número de puntos hidráulicos por vivienda Ciudadela Bellavista. ....	47
Gráfico 23: Número de puntos hidráulicos por vivienda Ciudadela Oriente. ....	47
Gráfico 24: Puntos hidráulicos promedio para la totalidad de las muestras. ....	48
Gráfico 25: Semana Típica de consumo - Red Panimboza.....	62
Gráfico 26: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 1. ....	66
Gráfico 27: Curva de consumo Per-cápita Promedio – Zona 2. ....	67
Gráfico 28: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 3. ....	68
Gráfico 29: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 4. ....	69
Gráfico 30: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 5. ....	70
Gráfico 31: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 6. ....	71
Gráfico 32: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 7. ....	71
Gráfico 33: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 8. ....	72
Gráfico 34: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 9.....	73

Gráfico 35: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 10. ....	75
Gráfico 36: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 11. ....	76
Gráfico 37: Patrones de consumo promedio - Zona 1.....	78
Gráfico 38: Patrones de consumo promedio - Zona 2.....	79
Gráfico 39: Patrones de consumo promedio - Zona 3.....	80
Gráfico 40: Patrones de consumo promedio - Zona 4.....	81
Gráfico 41: Patrones de consumo promedio - Zona 5.....	82
Gráfico 42: Patrones de consumo promedio de la Zona 6. ....	83
Gráfico 43: Patrones de consumo promedio de la Zona 7. ....	84
Gráfico 44: Patrones de consumo promedio - Zona 8.....	85
Gráfico 45: Patrones de consumo promedio - Zona 9.....	86
Gráfico 46: Patrones de consumo promedio - Zona 10.....	87
Gráfico 47: Patrones de consumo promedio - Zona 11.....	88
Gráfico 48: Zonas de Estudio en la red de distribución Panimboza. ....	89
Gráfico 49: Red de distribución Panimboza .....	90

## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.

**Autor:** Julio César Tipán Jinde

**Tutor:** Ing. Mg. Geovanny Paredes

El presente trabajo experimental tiene como objetivo brindar datos de consumo de agua potable generados por los usuarios residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato para que se usen en posteriores investigaciones o pre dimensionamiento de redes de distribución. El trabajo experimental se basa en realizar mediciones de las demandas de agua potable que permitan, generar curvas de consumo diario, patrones de consumo, caudales máximos diarios, para posteriormente hacer un mapeo de los resultados obtenidos en un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Para el desarrollo del presente proyecto experimental se inició recolectando información necesaria en la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato “EMAPA” sobre la red de distribución “Panimboza”, como el área de distribución que abarca la red, las ciudadelas que son abastecidas y el número de usuarios que pertenecen a la misma, luego se dividió el área de estudio en once zonas para mayor facilidad en la recolección de información, se realizaron encuestas a los usuarios residenciales de las diferentes zonas de estudio, la micro medición del caudal consumido en un periodo de un día durante un mes, además de la medición de la presión que existe en cada zona de estudio en puntos estratégicos y en diferentes franjas horarias (En la mañana, en la tarde y en la noche).

Posteriormente se realizó el análisis estadístico e interpretación de resultados como: el número promedio de habitantes, número promedio de puntos hidráulicos, la semana típica de consumo, patrones de consumo y caudales máximos instantáneos por casas y departamentos para cada zona de estudio mediante gráficas y tablas para posteriormente generar un mapeo en el sistema de información geográfica.

## EXECUTIVE SUMMARY

**TOPIC:** STUDY OF THE DRINKING WATER CONSUMPTION IN RESIDENTIAL AREAS OF THE DOWNTOWN AREA OF THE CITY OF AMBATO AND ITS IMPACT ON THE DAILY CONSUMPTION CURVE.

**Author:** Julio César Tipán Jinde

**Tutor:** Ing. Mg. Geovanny Paredes

This experimental work aims to provide data on consumption of drinking water generated by residential users of the central area of the city of Ambato to be used in subsequent investigations or pre-dimensioning of distribution networks. The experimental work is based on measurements of the drinking water demands that permit, generate curves of daily consumption, consumption patterns, daily peak flows, then do a mapping of the results obtained in software of Geographic Information Systems (GIS).

For the development of the present pilot project began collecting necessary information in the Municipal Company for Drinking Water and Sewerage of Ambato "EMAPA" on the distribution network "Panimboza", such as the distribution area covered by the network, the citadels that are supplied and the number of users who belong to the same, then divided the area of study in eleven areas for greater ease of collection of information, surveys were carried out to residential users of the different areas of study, the micro flow measurement consumed over a period of a day for a month, in addition to the measurement of the pressure in each area of study at strategic points and in different Slots (In the morning, in the afternoon and in the evening).

Later there was a statistical analysis and interpretation of results, such as: the average number of inhabitants, the average number of points, the typical week of consumption, consumption patterns and instant maximum flow rates for houses and apartments for each study area using graphs and tables to subsequently generate a mapping in the geographic information system.

# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”

### **1.2 ANTECEDENTES**

Desde el surgimiento de las civilizaciones, el agua ha venido siendo un recurso esencial por medio del cual el hombre ha logrado el desarrollo y organización política, social y económica de los pueblos, teniendo en cuenta que es un elemento finito y fundamental para la vida y el medio ambiente. [1]

Con el pasar del tiempo la población mundial ha ido creciendo de manera constante y con ello la necesidad de crear obras de ingeniería para abastecer de agua potable a poblaciones que día tras día requieren de este líquido vital en mayor cantidad y mejor calidad, para satisfacer sus necesidades básicas.

Una de las más grandes consecuciones de la sociedad humana sin duda ha sido el agua potable domiciliaria, un líquido biológicamente potable, libre de gérmenes patógenos, químicamente inofensivos para la salud y que se encuentra disponible a cualquier hora del día o de la noche. Sin embargo, muchas personas en el mundo todavía no disponen de agua potable en sus casas viéndose en la necesidad de conseguirla en lugares que no reúnen las condiciones de potabilidad biológica requeridas, siendo esta una vía de transmisión de microorganismos patógenos. [3]

A medida en que el agua se va convirtiendo en un recurso cada vez más escaso y deteriorado por la intervención humana, los poderes públicos de algunos países como Colombia, Chile y Venezuela han ido estableciendo nuevas medidas para mejorar su gestión y tener un conocimiento lo más ajustado posible sobre la demanda de agua potable.



Debido a esta problemática en Colombia se creó una política de uso eficiente y ahorro de agua con el objetivo de conseguir disminuciones en las pérdidas del sistema de abasto y del consumo en los hogares, además de la racionalización de la demanda de agua potable (Ley 373,1997). [4]

En la última década en Bogotá capital de Colombia, se han realizado diversos estudios sobre el consumo de agua potable en sectores residenciales con el objetivo de establecer patrones de consumo, conocer las variables que actúan sobre el uso del agua potable y las características individuales de los hogares, que ayuden a las diferentes empresas prestadoras del servicio de abastecimiento y distribución de agua potable a desarrollar nuevas estrategias de gestión integral.

Sin embargo, en nuestro país Ecuador existen estudios sobre la cantidad aproximada y la calidad de agua potable que consume cierta región, pero se desconoce de los hábitos de consumo, patrones de consumo, caudales máximos diarios entre otros que ayuden a tener una visión más clara en lo que se respecta una gestión integral sobre el consumo del agua potable.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El acelerado aumento de la población y la demanda de agua potable a nivel mundial están convirtiendo al agua en un recurso cada vez máspreciado y escaso, por lo que se hace necesario su uso racional. Un estudio realizado por científicos holandeses revela que tan sólo tres países consumen el 38% de los recursos hídricos disponibles en el planeta. China, India y EEUU encabezan el ranking mundial de consumo de agua potable. [4]

América Latina es una de las regiones más ricas en recursos hídricos, participando 26% de agua del planeta para solamente 6% de la población, mientras que Asia concentra 30% de la disponibilidad de agua y 60% de la población, pero ser el continente más rico desde el punto de vista de la disponibilidad de agua per cápita, no implica que no haya poblaciones que padezcan seria escasez de agua. [5]

En países como Colombia y Venezuela en donde la escases de agua potable es cada vez más crítica, se han realizado estudios de los consumos de agua potable en diferentes zonas residenciales con el propósito de determinar la forma en que los usuarios demandan el servicio y de establecer modelos de gestión dirigidas a un uso racional y eficiente del agua potable, de igual manera la superintendencia de servicios sanitarios de Chile realizó un estudio del consumo de agua potable en el que propusieron mapas de consumo el cual está en función de los m<sup>3</sup> consumidos a nivel familiar, número de personas por edificación y el estrato social. [6]

Ecuador es el país que consume más agua potable por habitante/día en América Latina (237 litros), y sobrepasa con un 40% el promedio de la región (169 l/hab./día). Se desperdicia agua cuando cada ecuatoriano se ducha, se lava los dientes sin cerrar la llave o tiene fugas en la tubería de su casa. Por otro lado, 37 millones de personas en la región carecen del acceso de agua potable. [7]

La ciudad de Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua es una de las ciudades que más demanda el servicio de agua potable en nuestro país, se estima que el consumo diario de líquido por habitante es de alrededor 260 litros.[8]

El sistema de abastecimiento y distribución de agua potable de la ciudad de Ambato es manejado actualmente por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado “EMAPA”, la misma que no cuenta con un estudio del consumo de agua potable en sectores residenciales, por lo que se presenta la necesidad de un estudio actualizado sobre la forma en la que los usuarios demandan el servicio, patrones de consumo de la población y curvas características de consumo diario para cada sector, que permitan tomar decisiones relacionadas con la ampliación y refuerzo de redes de distribución, además de un uso racional y eficiente del agua potable. [9]

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General:**

- Estudiar los consumos de agua potable a través de mediciones de demandas de agua potable, que permitan caracterizar la curva de consumo diario para la zona centro de la ciudad de Ambato.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Obtener patrones de consumo y caudales máximos diarios para usuarios residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato.
- Proponer curvas de consumo diario per-cápita, para diferentes sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato.
- Recolectar información sobre la demanda de agua potable de diferentes sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato para su posterior tabulación.
- Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante un software GIS (Geographic Information System).

## CAPITULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### 2.1.1 EL AGUA

Elemento natural más predominante en el planeta Tierra, fundamental para la supervivencia y desarrollo del ser humano. Es una molécula sencilla que está compuesta por dos átomos de Hidrógeno un átomo de Oxígeno y otros materiales sólidos, líquidos o gaseosos que pueden estar en solución o suspensión.

Existen diferentes tipos de agua que se pueden encontrar en la naturaleza:

- a. **Agua Cruda.** - Es aquella agua que tiene características físicas, químicas, biológicas, radiológicas y microbiológicas naturales.
- b. **Agua de Escorrentía.**- Es el agua procedente de la lluvia que corre por la superficie del suelo.
- c. **Agua de Lluvia.**- Es el agua atmosférica que se cae en forma de gotas.
- d. **Agua Pura.**- Es el agua que luego de haber pasado por un proceso de tratamiento está apta para diferentes usos y que está libre de microorganismos, impurezas, partículas y minerales contaminantes.
- e. **Agua Potable.**- Es aquella agua apta para el consumo humano y que se encuentra libre de sustancias peligrosas que le pueden provocar enfermedades. El agua potable debe cumplir con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos, biológicos y radiológicos establecidos en la norma CPE INEN 5 Parte 4:1992.

##### 2.1.2 CONSUMO DE AGUA POTABLE

Se considera como consumo de agua potable a la parte del suministro de agua potable que habitualmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas y que se

expresa en m<sup>3</sup>/día o l/día. El consumo de agua potable de cada población está determinado por distintos factores, como son el clima, la hidrología, la clasificación del usuario, las costumbres locales y la actividad económica.

### **2.1.3 TIPOS DE CONSUMO**

El consumo se clasifica según el tipo de usuario en:

- a. Consumo doméstico o residencial.
- b. Consumo Público
- c. Consumo Industrial
- d. Consumo Comercial
- e. Fugas y Desperdicios

#### **a) Consumo doméstico o residencial:**

Este consumo representa el agua utilizada en viviendas para consumo, sanitarios, cocina aseo personal, etc. El consumo doméstico o residencial puede variar dependiendo del nivel económico de los consumidores, clima, las costumbres, los usos, la disponibilidad y la calidad de agua potable, etc.

#### **b) Consumo Público:**

Este consumo representa la cantidad de agua que se utiliza en edificios e instalaciones públicas como: escuelas, hospitales, mercados, parques, jardines públicos, lavado de calles, piletas, servicio contra incendios, etc. Este consumo es variable y muy excesivo debido a desperdicios de agua en dichos servicios públicos por daños en las tuberías, llaves o accesorios que inconscientemente se retrasan. [11]

#### **c) Consumo Industrial:**

Este consumo lo constituye el agua de uso en empresas, fábricas, hoteles. Depende de la cantidad y del tamaño de las industrias existentes en la zona. Por lo general las grandes industrias tienen sus propias fuentes de abastecimiento de agua, por lo que no perjudican al sistema de abastecimiento general de la población. [11]

#### d) Consumo Comercial:

Es el agua que utilizan las personas en locales comerciales o centros de servicios durante sus actividades de comercio.

#### 2.1.4 DOTACIÓN Ó CONSUMO PER CÁPITA

Es la cantidad de agua que se la asigna a cada habitante para su consumo y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros / habitante-día y se la obtiene mediante un estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, lavar la ropa, aseo personal, preparar los alimentos, para el aseo de la habitación, para el riego de jardines, para los baños, para usos industriales y comerciales , así como para el uso público. [11]

A falta de información sobre las dotaciones y para proyectos de factibilidad el Código Ecuatoriano de la construcción (C.E.C) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 (NEC-2011) recomiendan utilizar las siguientes dotaciones indicadas:

**Tabla 1:** Dotaciones Recomendadas por tipo de clima y número de habitantes.

<b>POBLACIÓN (habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)</b>
Hasta 5000	Frío	120 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5000 a 50000	Frío	180 - 200
	Templado	190 - 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

**Fuente:** C.E.C, Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes,1992.

**Tabla 2:** Dotaciones para edificaciones de uso específico.

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dotación</b>
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y Restaurantes	L/m <sup>2</sup> área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m <sup>2</sup> área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m <sup>2</sup> /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m <sup>2</sup> área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m <sup>2</sup> área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

**Fuente:** NEC-11. Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria Nhe Agua, pág. 16, 2011.

### 2.1.5 FACTORES QUE AFECTAN LA DOTACIÓN

Existen varios factores que pueden incrementar o disminuir el valor de la dotación, dichos factores se muestran a continuación:

- **CANTIDAD DE AGUA DISPONIBLE:**

La abundancia o falta de agua en los sistemas de abastecimiento, es un factor importante en la cantidad de agua que puede distribuirse ya que si existe suficiente

agua el usuario no tiene conciencia de ahorro al utilizarla, mientras que si el agua es escasa lógicamente el consumo será menor.

- **TAMAÑO DE LA POBLACIÓN:**

Conforme la población va creciendo, el consumo de agua también incrementa y con ello la necesidad de nuevas redes de distribución de agua para usos residenciales, públicos e industriales.

- **CLIMA:**

Los climas extremos influyen en gran medida en el consumo de agua es así que, mientras mayor sea la temperatura, mayor será el consumo de agua, por ejemplo se usará mayor cantidad de agua para el aseo personal, lavado de ropa, riego de agua en jardines; y por el contrario mientras la temperatura sea baja el consumo también será bajo.

- **NIVEL SOCIO-ECONÓMICO:**

Mientras mayor sea el nivel de ingresos de una población, mayor será la demanda de agua potable, pues la gente puede satisfacer de mejor manera sus necesidades y comodidades. Por esta razón es que en las grandes ciudades y capitales el consumo de agua potable es mayor que en los pueblos pequeños o comunidades.

- **CALIDAD DEL AGUA:**

La calidad del agua influye decisivamente en el consumo, ya que si el agua es de buena calidad las personas no tendrán ninguna duda en consumirla y se podrá emplear en todos sus usos y principalmente en el industrial.

- **PRESIÓN DEL AGUA:**

De igual forma la presión es un factor que influye sustancialmente en el consumo, ya que si la presión en la red es alta, se desperdiciará mayor cantidad de agua al abrir las



llaves de los lavamanos, regaderas y otros elementos. Igualmente se pueden presentar rupturas de la tubería interna del domicilio o de la misma red de distribución. Debe procurarse suministrar el servicio de agua potable con una presión mínima de 1.00 kg/cm<sup>2</sup> y máxima d 5.00 Kg./cm<sup>2</sup>. [11]

- **MEDIDORES DE CAUDAL:**

Con la instalación de medidores de caudal el consumo de agua disminuye al tener que pagar por el servicio, los desperdicios se reducen notablemente. Si no se instalan medidores de caudal la dotación base puede incrementarse.

- **EXISTENCIA DE RED DE ALCANTARILADO:**

El hecho de contar con un sistema de alcantarillado incrementa notablemente el consumo de agua potable, por lo general se gasta más agua cuando los líquidos residuales son evacuados con mayor facilidad, en comparación con los sistemas de letrinas en donde no se cuenta con ningún sistema y la disposición se la hace al aire libre.

- **FUGAS Y DESPERDICIOS:**

Es el agua que no es aprovechada para algún servicio; por ejemplo: fugas en tuberías, las fugas y goteos en muebles sanitarios, medidores, grifos y otros elementos. En esta categoría se puede incluir el desperdicio, caso del agua empleada en exceso. Las fugas y desperdicios dependen de factores como: calidad y edad de las tuberías y accesorios, proceso constructivo, presión del agua, mantenimiento y operación del sistema, etc.

### **2.1.6 VARIACIONES DE CONSUMO**

El consumo varía durante todo el año y de igual forma durante todo el día, por esta razón es necesario calcular los consumos máximos diarios y los consumos máximos

horarios para lo cual se necesita de coeficientes de variación diaria y horaria respectivamente.

### **2.1.7 COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO DIARIO (k1):**

Son las variaciones de máximo consumo diario, se lo define como el día de máximo consumo de una serie de datos registrados durante un año, dicho coeficiente se lo obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario. [12]

$$k1 = \frac{\text{Mayor consumo diario}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}}$$

En caso de no contar con estos datos, se recomienda utilizar valores entre:

$$k1= 1,3 - 1,5 \quad [13]$$

### **2.1.8 COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO HORARIO (k2):**

Son las variaciones de máximo consumo horario, se lo define como la hora de máximo consumo del día de consumo máximo de una serie de datos registrados durante un año sin tomar en cuenta los días en los que existan fallas relevantes en el sistema de distribución, dicho coeficiente se lo obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario.

$$k2 = \frac{\text{Caudal máximo horario (QMH)}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}}$$

En caso de no contar con estos datos, se recomienda utilizar valores entre:

$$k2= 2,0 - 2,3 \quad [13]$$

### **2.1.9 CONSUMO MEDIO DIARIO ANUAL (Qmd)**

El consumo medio diario anual, es el resultado de la dotación asignada para la población futura del periodo de diseño, expresada en m<sup>3</sup>/s y se determina con la siguiente relación:

$$Qmd = \frac{q * N}{(1000 * 86400)} \quad [13]$$

Dónde:

Qmd = Consumo medio diario anual.

q = Dotación (l/hab/día)

N = Población futura (Hab.)

### 2.1.10 CONSUMO MÁXIMO DIARIO

El consumo máximo diario se define como el día de consumo máximo registrado durante un año. Se calcula multiplicando el consumo medio diario anual por el coeficiente de consumo máximo diario **k1**, con la siguiente fórmula:

$$QMD = Qmd * k1 \quad [13]$$

Dónde:

QMD = Consumo máximo diario.

Qmd = Consumo medio diario anual.

k1 = Coeficiente de variación de consumo máximo diario.

### 2.1.11 CONSUMO MÁXIMO HORARIO

El consumo máximo horario se define como la hora de consumo máximo del día de consumo máximo durante un año sin tomar en cuenta consumo por incendio. Se calcula multiplicando el consumo máximo diario anual por el coeficiente de consumo máximo horario **k2**, con la siguiente fórmula:

$$QMH = QMD * k2 \quad [13]$$

Dónde:

QMH = Consumo máximo horario.

Qmd = Consumo medio diario anual.

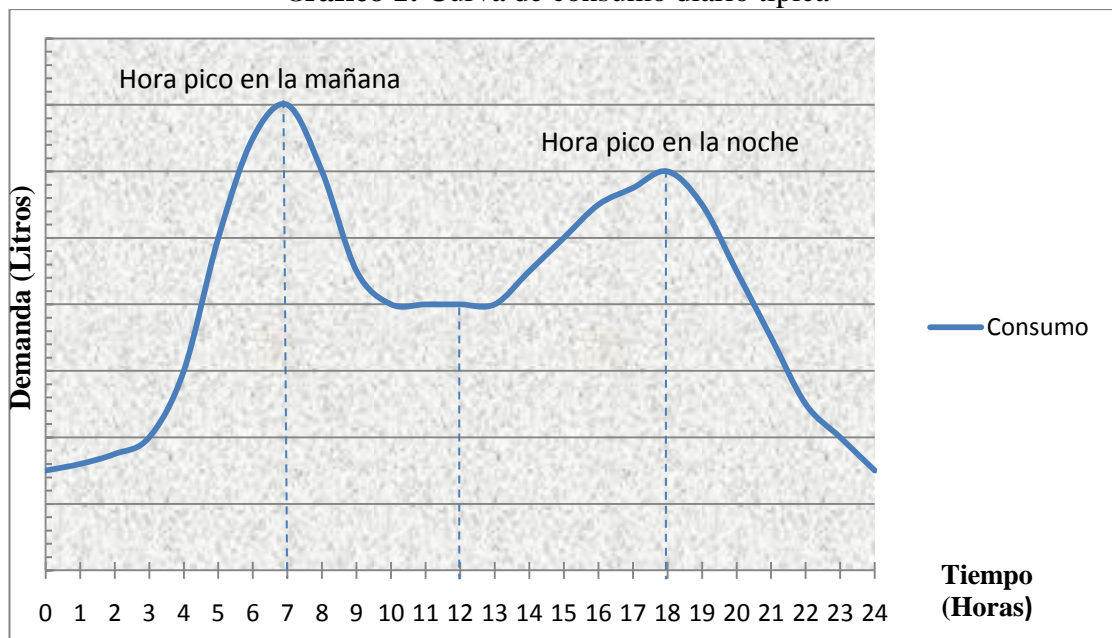
k2 = Coeficiente de variación de consumo máximo horario.

### 2.1.12 CURVA DE CONSUMO DIARIO

La curva de consumo diario representa la relación entre la cantidad de agua que está consumiendo por usuario y la hora en la que se produce dicho consumo. La curva de consumo diario es muy útil para determinar el caudal que se debe producir y suministrar a la red de distribución y que es consumida por los usuarios de la misma.

Esta curva es característica de cada ciudad y depende de distintos factores como: las condiciones climáticas, la temperatura, la hora del día, estrato social, tipo de vivienda y el número de habitantes. La siguiente imagen ilustra el consumo diario de un usuario residencial.

**Gráfico 1:** Curva de consumo diario típica



**Fuente:** Aplicación de los métodos para el cálculo de caudales máximos probables instantáneos en edificaciones de diferente tipo. Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua, 2006.

### 2.1.13 PATRONES DE CONSUMO

El patrón de consumo o también llamado curva patrón de consumo, permite conocer el volumen de agua que se consume para diferentes intervalos de caudal, y suele expresarse como el porcentaje del volumen total consumido para cada una de las franjas de caudal establecidas generalmente en litros/hora.

Es decir que permite determinar las frecuencias de consumo instantáneo de todos los suscriptores de un sistema de abastecimiento de agua potable (histograma de frecuencias). Para su construcción se debe definir inicialmente los rangos de caudales a emplear, y posteriormente asignar a cada rango de caudales el porcentaje de volumen sobre el total consumido dentro de cada intervalo. [12]

#### 2.1.14 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO (QMP)

El caudal máximo instantáneo resulta de sumar los caudales instantáneos de cada uno de los aparatos sanitarios funcionando simultáneamente. Sin embargo, es complicado establecer dicho valor debido a que los aparatos sanitarios son utilizados de forma discontinua, con frecuencias muy variadas y en diferentes tipos de edificaciones. [14]

Todos los aparatos sanitarios instalados en una edificación ya sean residenciales, comerciales, institucionales o públicos, cuentan con un cierto caudal instantáneo mínimo correspondiente al caudal de descarga con el que fue diseñado.

A continuación se muestra una tabla de demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios:

**Tabla 3:** Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo.

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm.)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16

Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

**Fuente:** NEC-11. Capítulo 16. Norma hidrosanitaria NHE Agua, Ecuador, 2011.

El caudal máximo probable instantáneo (QMP) se calcula con la siguiente fórmula:

$$QMP = k_s \times \sum q_i \quad [15]$$

El factor de simultaneidad ( $k_s$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log(n))) \quad [15]$$

Dónde:

$n$  = número total de aparatos servidos

$k_s$  = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

$q_i$  = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 16-1)

$F$  = factor que toma los siguientes valores:

$F = 0$ , según Norma Francesa NFP 41204

$F = 1$ , para edificios de oficinas y semejantes

$F = 2$ , para edificios habitacionales

$F = 3$ , hoteles, hospitales y semejantes

$F = 4$ , edificios académicos, cuarteles y semejantes

$F = 5$ , edificios e inmuebles con valores de demanda superiores.

Cuando se requiera calcular el coeficiente de simultaneidad para complejos habitacionales de viviendas o departamentos con características similares se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$k_{ss} = \frac{19+N}{10*(N+1)} \quad [15]$$

Para el cálculo del caudal máximo probable de estas viviendas se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$QMP = ks * kss * \sum Qi \quad [15]$$

Dónde:

N = número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio

ks = simultaneidad para el número de aparatos de la vivienda tipo

kss = simultaneidad entre viviendas, casas y departamentos iguales

Qi = caudal instalado por vivienda

### **2.1.15 MEDIDORES DE CAUDAL**

Con el objetivo de mantener un equilibrio en la producción, consumo y cobro del servicio de agua potable, las empresas públicas cuentan con mecanismos de medición del consumo. Estos mecanismos de medición se dividen en macro medición y micro medición.

La macro medición cuantifica el caudal captado, tratado, conducido y distribuido; se la realiza mediante macro medidores, mientras que la micro medición cuantifica el caudal consumido por los usuarios con fines de facturación.

Para el proceso de micro medición se instalan medidores de caudal a cada usuario ya sea de tipo residencial, comercial o institucional con el objetivo de realizar lecturas periódicas del volumen de agua potable consumida en un periodo de tiempo determinado para posteriormente cobrar por el servicio.

### **2.1.15 TIPOS DE MEDIDORES DE CAUDAL**

#### **2.1.15.1 MACRO MEDIDORES**

Los macro medidores están diseñados para medir grandes caudales con una pérdida mínima de carga. Se suelen utilizar en instituciones donde la demanda de agua potable es grande, por ejemplo en universidades, empresas públicas y privadas.

Los macro medidores también son instalados a la entrada y salida de un tanque de almacenamiento, con el propósito de conocer el caudal que ingresa y el caudal que sale a la red de distribución. El caudal que pasa a través de este tipo de medidores se lo puede leer en un tablero electrónico al cual está conectado.

**Gráfico 2:** Macro medidor tipo Woltman.



**Fuente:** EP-EMAPA, Macro medidores Tanques de Reserva Panimboza, 2017

## 2.1.15.2 MICRO MEDIDORES

Los micro medidores son diseñados para medir caudales pequeños como los consumos en residencias, locales comerciales, servicios públicos. Estos equipos de medición suelen ser de dos tipos: volumétricos y de velocidad.

Los medidores de velocidad a su vez se subdividen en: medidores de chorro único y chorro múltiple los mismos que tienen diferente mecanismo y que explicaremos más adelante.

### 2.1.15.2.1 MEDIDOR DE AGUA VOLUMÉTRICO:

Los medidores volumétricos son para uso doméstico, su principio de medición es desplazamiento positivo por disco nutante (disco plano o cónico) colocado en una cámara. El volumen de agua que pasa a través del medidor es contabilizado en base al número de ciclos, cada ciclo del disco nutante conduce un volumen fijo de agua, permitiendo una medición precisa en amplio rango de caudales. Además los



medidores volumétricos están equipados con una estrella giratoria sensible a caudales mínimos que permite detectar fugas por mínimas que sean.

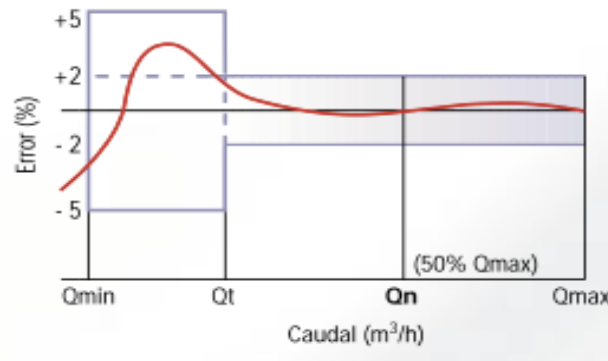
**Gráfico 3:** Medidor Volumétrico.



**Fuente:** Catálogo de medidores para agua Dorot, 2014

Todo medidor nuevo tiene un error de medición, el medidor inicia con un error de medición de registro alto, este caudal delimita el caudal de arranque del medidor. A medida que el caudal incrementa, el error de medición va disminuyendo hasta llegar a un equilibrio.

**Gráfico 4:** Curva de exactitud del Medidor Volumétrico.



**Fuente:** Catálogo de medidores para agua Dorot, 2014

#### 2.1.15.2.2 MEDIDOR DE AGUA DE VELOCIDAD:

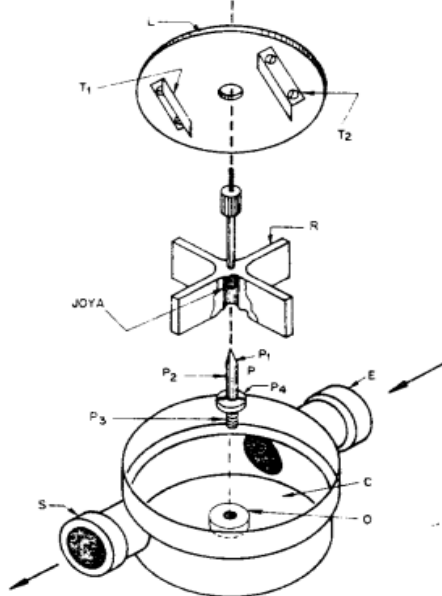
Los medidores de velocidad son aquellos que miden el consumo a través de un dispositivo de medida de velocidad, parecido a una turbina o hélice, instalado dentro de un conducto cerrado que se acciona por la velocidad de flujo del agua que impacta sobre dicha turbina.

La contabilización del consumo de agua se realiza totalizando el número de vueltas de la turbina cuando el agua incide sobre ella. La velocidad de giro de la turbina es proporcional al caudal circulante en cada momento, lo que permite que se transmita luego, mediante procedimientos mecánicos o de alguna otra naturaleza, al mecanismo indicador, el cual totaliza e indica el volumen. [16]

- **MEDIDOR DE CHORRO ÚNICO**

Como su nombre lo indica, corresponden a medidores que tienen solo un orificio de entrada y uno de salida de agua que impulsa la turbina para que inicie el proceso de medición de caudal.

**Gráfico 5:** Mecanismo del medidor de chorro único.

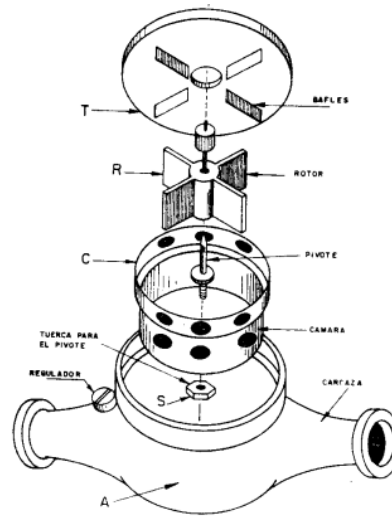


**Fuente:** Medidores de agua domiciliarios, B. Gómez Moreno, 2007

- **MEDIDOR DE CHORRO MÚLTIPLE**

Como su nombre lo indica, corresponden a medidores que tienen múltiples orificios de entrada y múltiples orificios de salida de agua que impulsa la turbina para que inicie el proceso de medición de caudal.

**Gráfico 6:** Mecanismo del medidor de chorro múltiple.



**Fuente:** Medidores de agua domiciliarios, B. Gómez Moreno, 2007

## 2.1.16 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Un sistema de información geográfica es un sistema combinado por hardware, software, procedimientos y equipo humano para capturar, manejar, manipular, transformar, analizar y desplegar en todas sus formas información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de gestión y planificación. [17]

### 2.16.1 FUNCIONES DE UN SIG

Un SIG tiene que tener las siguientes funciones:

- Funcionar como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital.
- Separar la información en diferentes capas temáticas y almacenarlas independientemente.
- Facilitar al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.
- Analizar y consultar las características de un lugar concreto.

### **2.1.17 MAPA DIGITAL**

Son dibujos electrónicos creados a base de elementos gráficos sencillos (líneas, polilíneas, puntos, círculos, etc.) que representan información espacial, atributos, descripciones básicas de cosas, acontecimientos y actividades almacenados en el ordenador y que se encuentran organizados en capas, con el objetivo de una salida impresa o por pantalla.

## **2.2 HIPÓTESIS**

El consumo de agua potable en sectores residenciales de la ciudad de Ambato incide en la curva de consumo diario.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Consumo de agua potable.

### **2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Curva de consumo diario.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los niveles o tipos de investigación que se utilizará en este proyecto será: exploratorio, analítico y descriptivo.

Exploratorio, porque en el presente estudio se realizarán mediciones de caudales demandados y encuestas sobre el consumo de agua potable a diferentes usuarios residenciales de la zona central de la ciudad de Ambato.

Analítico, porque luego de realizar las mediciones de caudales y las encuestas, se realizará un análisis sobre los datos de campo recolectados para su posterior tabulación.

Descriptivo, porque al concluir el presente proyecto se contará con datos experimentales como: curvas de consumo diario, patrones de consumo y caudales máximos diarios para diferentes sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato, que se representarán mediante un sistema de información geográfica.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población que se tomó para el estudio fueron las cuentas de agua potable de tipo residencial, comercial, industrial, tercera edad y cuentas de discapacitados que nos da un total de 4707 cuentas pertenecientes a la red de distribución “PANIMBOZA”, que abastece de agua potable a las ciudadelas: La Vicentina, San Antonio, Bellavista y Oriente. Cabe recalcar que se tomaron todos los tipos de cuenta de agua potable con el propósito de obtener un mayor número de muestras.

La red “PANIMBOZA” es una de las redes de distribución más importantes de la ciudad de Ambato la misma que está a cargo de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Ambato (EMAPA).

### 3.2.2 MUESTRA

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente, la misma que se rigió a las siguientes condiciones: margen de error máximo del 5% e intervalo de confianza mínimo del 95%.

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

En donde:

**n**= número de encuestas a realizar.

**z**= parámetro estadístico que depende del nivel de confianza seleccionado, para el caso de 95% el valor de Z es igual a 1,96.

**N**= número de usuarios Residenciales, Comerciales e industriales de Agua Potable.

**p**=porcentaje de ocurrencia; para el cálculo será igual a 0,50.

**q**=porcentaje de no ocurrencia; para el cálculo será igual a 0,50.

**e**=Límite aceptable de error 5%.

$$n = \frac{1,96^2 * 4707 * 0,50 * 0,50}{0,05^2 * (4707 - 1) + 1,96^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = 355 \text{ encuestados}$$

Reemplazando los valores en la fórmula, tenemos como resultado 355 encuestas que tendríamos que realizar, pero para este estudio realizaremos **360** encuestas.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CONTINUA 

### 3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Consumo de agua potable.

**Tabla 4:** Variable Independiente

Concepto	Categoría	Indicador	Ítem	Técnicas e instrumentos
Es la cantidad de agua potable utilizada por los habitantes de las residencias en sus actividades diarias como el aseo personal, preparación de alimentos, saciar la sed, riego de jardines y demás necesidades, dicho volumen puede ser medido en un día, una semana, un mes o un periodo de tiempo determinado.	Agua Potable	Volumen	¿Cantidad de agua potable que se consume en las viviendas?	Mediciones diarias de caudal consumido mediante micro medidores de velocidad de 1/2" instalados en las viviendas.
	Aparatos sanitarios	Número	¿Cuál es el número de artefactos sanitarios existentes en una vivienda? ¿Número de veces que se utilizan los artefactos sanitarios en el día? ¿Número de veces que se preparan los alimentos en el día?	Encuesta realizada a usuarios residenciales.

**Fuente:** Julio Tipán

### 3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Curvas de consumo diario.

**Tabla 5:** Variable Dependiente

Concepto	Categoría	Indicador	Ítem	Técnicas e instrumentos
Son curvas que representan las variaciones de caudal demandado por el usuario a lo largo del día, así como las horas pico y horas valle en las que se presentan dichos consumos.	Variaciones de consumo.	Horas de mayor y menor consumo.	¿Cuáles son las franjas horarias en las que se presenta el mayor y menor consumo a lo largo del día?	Graficas de consumo (Litros consumidos Vs. Hora )
		Intervalos de caudales.	¿En qué rango de caudales se está consumiendo el mayor volumen de agua por parte de los usuarios.	Curvas patrón de consumo (Rangos de caudal Vs. % promedio de volumen.

**Fuente:** Julio Tipán



### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

**Tabla 6:** Plan de recolección de Información

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
1. ¿Qué evaluar?	Consumo de Agua potable.
2. ¿Sobre qué evaluar?	Cantidad de agua consumida por persona.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Día de mayor consumo.
4. ¿Quién evalúa?	Julio César Tipán Jinde
5. ¿A quiénes evalúa?	A usuarios residenciales.
6. ¿Dónde evalúa?	En las Ciudadelas La Vicentina, San Antonio, Bellavista, Oriente pertenecientes a centro de la ciudad de Ambato.
7. ¿Cómo y con qué?	Mediante la medición de caudales de agua potable demandados, con la ayuda de medidores de caudal de Velocidad de 1/2". Mediante una encuesta sobre los hábitos de uso de agua potable de los usuarios residenciales.

**Fuente:** Julio Tipán

### 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

#### 3.5.1 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Realizar una investigación bibliográfica sobre los métodos usados para la obtención de las curvas patrones de consumo y la metodología para determinar los caudales máximos probables en edificaciones.
- Proponer un sistema de medición de caudales demandados y encuestas sobre la caracterización de los usuarios residenciales, estrato social, área de la vivienda, tipo de vivienda, número de personas que la habitan, número de puntos hidráulicos, entre otros.

- Recolección de datos de campo (medición de caudales y encuestas) a los usuarios residenciales de los sectores en estudio.
- Seleccionar y organizar la información obtenida, separándola en función a: sectores de servicio, estrato social, tipo de vivienda, área de la vivienda, número de personas por vivienda.
- Tabulación y corrección de datos de campo.

### **3.5.2 PLAN DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

- Análisis estadístico y matemático de la información recolectada.
- Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante el software GIS.
- Proponer curvas características de consumo diario para los diferentes sectores en estudio.
- Verificación de la hipótesis, establecer conclusiones y recomendaciones.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

##### 4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN ESTUDIO

La red de distribución “Panimboza” es una de las redes de distribución más importantes de la zona centro de la ciudad de Ambato y que está a cargo de la EMAPA a través del Departamento de Operación y Mantenimiento (DOM), el mismo que como su nombre lo indica se encarga de la operación y el mantenimiento de los sistemas de agua potable (plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, redes de distribución, tanques de almacenamiento) y alcantarillado (plantas de tratamiento de aguas residuales).

A esta red de distribución le suministra el líquido vital las vertientes Quindibana, Peñón del Río y Pataló, todas mediante un sistema de conducción a gravedad, para posteriormente realizar un proceso de inyección de cloro en la “Planta de tratamiento Tilulum”, luego de este proceso, el agua potable es conducida de igual manera mediante un sistema de conducción a gravedad a los Tanques de almacenamiento “PANIMBOZA” para su posterior almacenamiento y distribución a la red. Esta red de distribución cuenta con tres tanques de almacenamiento, dos de los cuales son cuadrados con un volumen de almacenamiento de 1000 m<sup>3</sup> cada uno y el otro en forma circular con un volumen de almacenamiento de 2000 m<sup>3</sup>, los tres tanques están conjuntamente conectados. En ocasiones en las que el tanque de almacenamiento Panimboza se encuentra con un nivel bajo de agua potable, este recibe un aporte del 15% de agua potable de los Tanques de almacenamiento “La Floresta” que es igualmente un tanque de almacenamiento que está a cargo de la EMAPA y que forma parte de la red de distribución “La Floresta”. Actualmente esta red de distribución cuenta con **4707** cuentas las cuales están clasificadas por categorías como: residenciales, comerciales, industriales, tercera edad y usuarios con discapacidades, cabe recalcar que para el presente trabajo solo se estudiarán a los usuarios residenciales.

**Tabla 7:** Caudales de captación promedio para el Sistema de distribución Panimboza.

<b>CAUDALES PROMEDIO DE CAPTACIÓN PARA EL SISTEMA PANIMBOZA</b>	
<b>Vertiente</b>	<b>Caudal de captación (Ltrs/s)</b>
Quindibana	19,207
Peñón del rio	28,893
Pataló	31,204
<b>TOTAL=</b>	<b>79,304</b>

**Fuente:** Departamento de Operación y Mantenimiento, EP-EMAPA, 2017

#### 4.1.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La red de distribución “Panimboza” suministra el servicio de agua potable a las siguientes ciudadelas: La Vicentina, San Antonio y a una parte de las Ciudadelas Oriente y Bellavista. Por esta razón y para mayor facilidad en la recolección de información, se ha zonificado las ciudadelas por zonas, teniendo así once zonas de estudio.

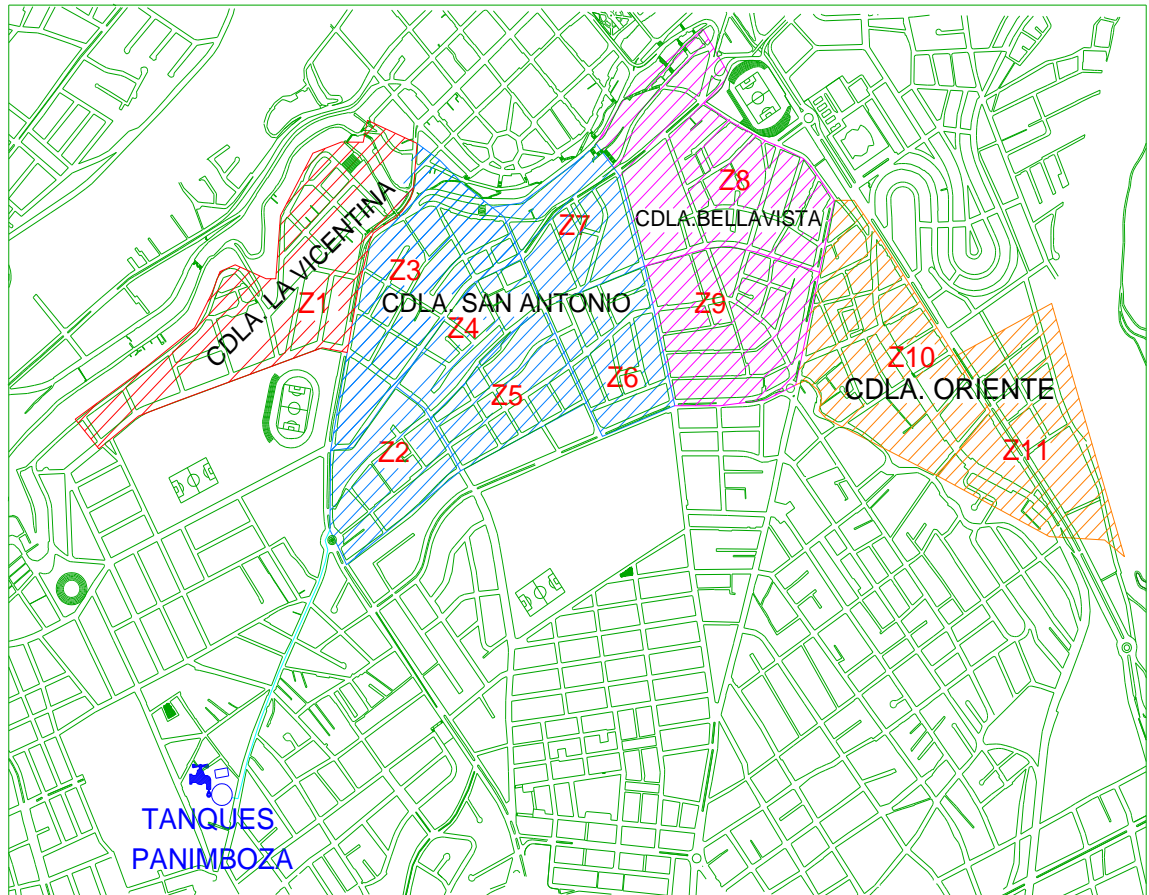
**Tabla 8:** Zonas de Estudio

<b>ZONAS DE ESTUDIO</b>	
CDLA. LA VICENTINA	Z1
CDLA. SAN ANTONIO	Z2
	Z3
	Z4
	Z5
	Z6
	Z7
CDLA. BELLAVISTA	Z8
	Z9
CDLA. ORIENTE	Z10
	Z11

**Realizado por:** Julio Tipán

En la siguiente imagen se muestra la zonificación que se ha realizado al área en estudio para mayor facilidad en la recolección de información necesaria para el presente estudio.

**Gráfico 7:** Zonificación de las zonas de estudio.





**Fuente:** EP-EMAPA, Julio Tipán, 2017.

#### **4.1.3 ENCUESTA A USUARIOS RESIDENCIALES**

Para el desarrollo de este capítulo se procedió a realizar encuestas a los usuarios residenciales de las diferentes zonas en estudio, con el propósito de recolectar información necesaria para el presente estudio como: Información del predio, información del medidor, características de la vivienda, número de consumidores por vivienda, número de puntos hidráulicos y usos del agua potable para baños, riego de jardines, pisos y lavar ropa.

**Tabla 9:** Encuesta sobre el consumo de agua potable.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b> <b>FICM - EP-EMAPA</b> 																
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RESIDENCIALES DE AMBATO																
PROYECTO: "ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO."																
Fecha realizada la encuesta:				Encuesta N°:												
1		Información del Predio:			2		Información del Medidor:									
Dirección:				Tipo Velocidad: <input type="checkbox"/>		Localización:										
Barrio:				N° de Serie:		Pared <input type="checkbox"/>		Piso: <input type="checkbox"/>								
Sector:			Zona:	Marca:												
Cuenta N°:		Área de predio (m2):		Diámetro:		Lectura:										
3			Características de la Vivienda:				4		Condiciones de Servicio:							
Tipo de vivienda: Casa: <input type="checkbox"/>			Dpto: <input type="checkbox"/>	¿La presión de agua potable que suministra la EP-EMAPA actualmente, le permite usar simultáneamente la ducha, inodoro y los grifos de agua?				Si: <input type="checkbox"/>		NO: <input type="checkbox"/>						
N° de Personas que permanecen en la vivienda durante:								N° Total de puntos Hidráulicos existentes: _____		Grifos: _____		Duchas: _____	Fregaderos: _____			
Día: <input type="checkbox"/>			Noche: <input type="checkbox"/>	N° de Años de la vivienda:		Total de miembros en la vivienda:										
5											Usos del Agua:					
N° de veces por:			Día:	Semana	Mes:	Año:	Nunca	NS/NR								
N° de veces que preparan alimentos en esta casa																
N° de veces que se bañan los miembros de esta casa																
N° de veces que se riegan los jardines en esta casa																
N° de veces que se lavan vehiculos o animales en esta casa.																
N° de veces que se lavan los pisos en esta vivienda																
N° de veces que utiliza el inodoro																
Lava la ropa a:																
Mano: <input type="checkbox"/>																
Lavadora: <input type="checkbox"/>			N° de veces:													
6											Instalaciones Hidráulicas:					
N° de Tanques de almacenamiento de agua:						N° de fugas perceptibles:										
Volumen de almacenamiento:																
Observaciones:																
Suscriptor:								Encuestador:								
Nombre:								Hora Inicio:			Hora fin:					
Cédula de Identidad:								Nombre: Julio Tipán								
Teléfono:								Cédula de Identidad:								
Propietario: <input type="checkbox"/>				Arrendatario: <input type="checkbox"/>												
Firma:								Firma:								

**Realizado por: Julio Tipán**

#### 4.1.4 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE CAUDAL

La EMAPA actualmente cuenta con medidores de caudal de tipo Velocidad de chorro único de diferentes marcas, pero que cuentan con el mismo principio de medición, mismos que en la mayoría de los predios predominan las siguientes marcas de medidores:

**Gráfico 8:** Marcas de medidores más comunes en la red Panimboza.



**ELSTER**

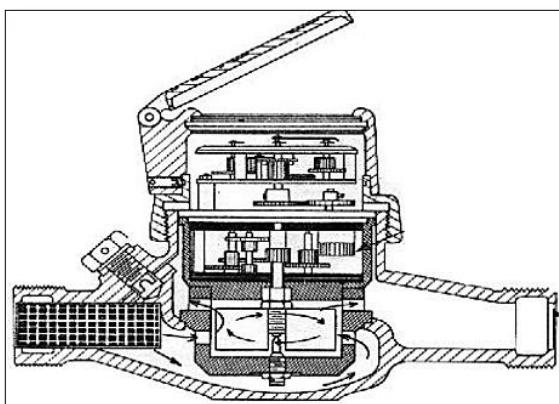
**DH Meters**

**Itrón**

**Fuente:** Julio Tipán

El principio de medición de los medidores de velocidad es aquel que mide el caudal que pasa a través del medidor, contabilizando el número de vueltas que da un rotor interno con el que cuenta el medidor mediante un mecanismo parecido al de un reloj. Se llaman medidores de velocidad porque el número de vueltas depende directamente de la velocidad con la que el agua fluye por una determinada sección y un determinado rotor.

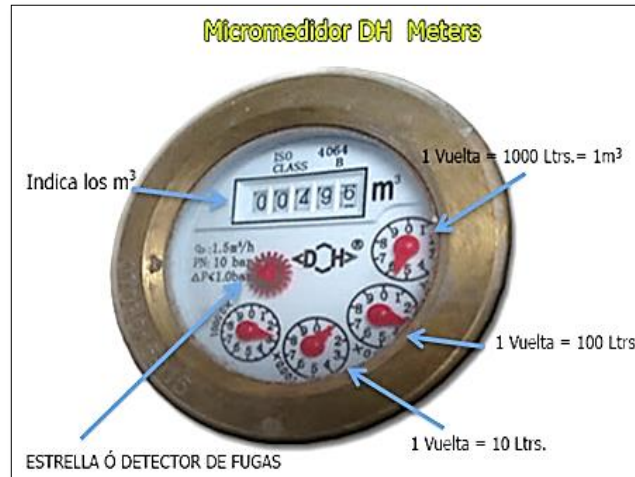
**Gráfico 9:** Principio de medidor de velocidad.



**Fuente:** C. Polindara, “La Gestión de pérdidas de agua potable y la micromedición efectiva.”, 2012.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo tomar la lectura del volumen de agua consumida para un determinado tiempo en un micro medidor de la marca DH Meters:

**Gráfico 10:** Como leer un micromedidor de agua potable.



**Fuente:** Julio Tipán

La estrella o detector de fugas como su nombre lo indica, nos permite detectar si existen fugas de agua potable en las instalaciones internas de una casa. Una forma sencilla de detectar si existen fugas de agua es la siguiente; cerramos todos los grifos de agua de nuestra casa, ya la estrella sigue girando quiere decir que existe una fuga de agua potable en algún tramo de la tubería interna o en algún accesorio sanitario instalado en la casa.

El visor del cuadrante muestra 00496. En este caso la lectura es de 496 metros cúbicos y 531 litros de agua, cabe recalcar que  $1\text{m}^3 = 1000 \text{Ltrs.}$

Para el caso de facturación mensual que realiza la empresa EP-EMAPA, se debe tomar solamente el valor de  $496\text{m}^3$ . El volumen de agua potable consumida en un determinado mes es el resultado de restar la lectura del mes anterior con la lectura del mes actual.

Además de realizar una encuesta a los usuarios residenciales, se realizaron mediciones de caudales consumidos en un periodo de un día, una semana y un mes con la ayuda del siguiente formato:



**Tabla 10:** Formato de medición de caudal consumido.

FORMATO DE MEDICIÓN DE CAUDAL CONSUMIDO													
SECTOR:				MES DE LECTURA:				SEMANA DE MEDICIÓN					
ZONA:								DESDE:		HASTA:			
LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
LEC. 1	LEC. 2	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 1	LEC. 2	LEC. 1	LEC. 2

**Realizado por:** Julio Tipán

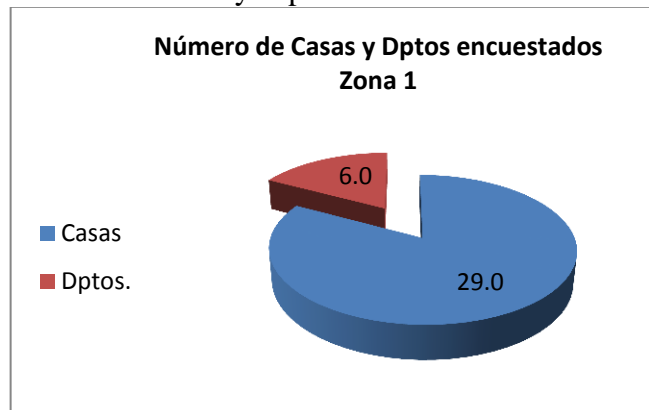
#### 4.1.5 INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ZONAS EN ESTUDIO

##### 4.1.5.1 CIUDADELA LA VICENTINA

Como se indicó anteriormente a la Cdla. La Vicentina se la denominó como la zona de estudio número uno, la cual cuenta con 715 abonados que corresponden a los usuarios residenciales y comerciales.

En esta ciudadela se realizaron 35 encuestas de las cuales 29 corresponden a casas y 6 corresponden a departamentos.

**Gráfico 11:** Número de casas y departamentos – Ciudadela La Vicentina Z1.



**Realizado por:** Julio Tipán

Como se puede observar en el gráfico anterior el mayor número de encuestas realizadas corresponde a una vivienda tipo casa, por lo que se tendrá para esta zona una caracterización de tipo casa.

#### 4.1.5.2 CIUDADELA SAN ANTONIO

La Ciudadela San Antonio cuenta actualmente con 1998 abonados que corresponden a los usuarios residenciales y comerciales. A continuación se detalla en una tabla las zonas de estudio y el número de encuestas que se realizaron.

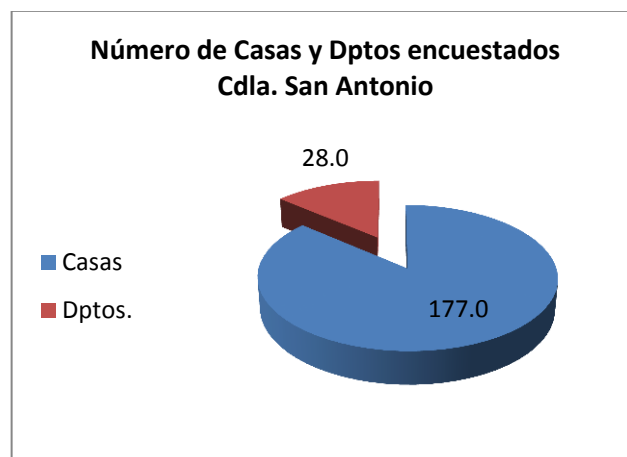
**Tabla 11:** Número de encuestas realizadas en la Cdla. San Antonio.

	CIUDADELA SAN ANTONIO		
	CASAS	DPTOS.	TOTAL
San Antonio Z2	28	7	35
San Antonio Z3	34	1	35
San Antonio Z4	31	4	35
San Antonio Z5	34	1	35
San Antonio Z6	24	11	35
San Antonio Z7	26	4	30
	<b>177</b>	<b>28</b>	<b>205</b>

**Realizado por:** Julio Tipán

En esta ciudadela se realizaron 205 encuestas las cuales 177 corresponden a casas y 28 corresponden a departamentos, cabe recalcar que esta Ciudadela cuenta con un mayor número de zonas en estudio y una mayor área.

**Gráfico 12:** Número de Casas y Dptos. –Cdla. San Antonio.



**Realizado por:** Julio Tipán

Como se puede observar en el gráfico anterior el mayor número de encuestas realizadas corresponden a una vivienda tipo casa, por lo que se tendrá para esta zona una caracterización de tipo casa.

#### 4.1.5.3 CIUDADELA BELLAVISTA

La Ciudadela Bellavista cuenta actualmente con 1067 abonados que corresponden a los usuarios residenciales y comerciales. A continuación se detalla en una tabla las zonas de estudio y el número de encuestas que se realizaron.

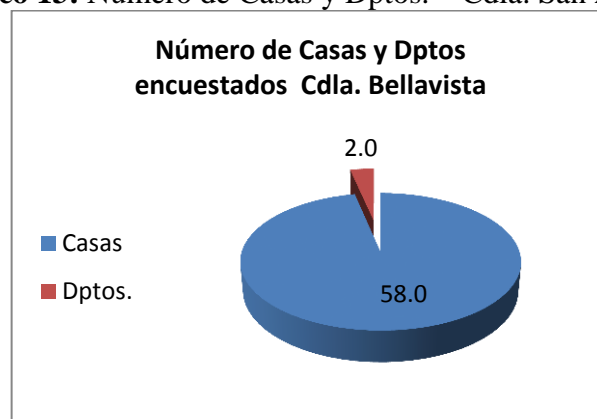
**Tabla 12:** Número de encuestas realizadas en la Cdla. Bellavista.

<b>CIUDADELA BELLAVISTA</b>			
	<b>CASAS</b>	<b>DPTOS.</b>	<b>TOTAL</b>
Bellavista Z8	28	7	35
Bellavista Z9	34	1	35
	<b>62</b>	<b>8</b>	<b>70</b>

**Realizado por:** Julio Tipán

Como se muestra en la tabla en esta ciudadela se realizaron setenta encuestas, de las cuales sesenta y dos corresponden a casas y ocho corresponden a departamentos, lo que significa que para esta zona en estudio se tendrá una caracterización de tipo casa.

**Gráfico 13:** Número de Casas y Dptos. – Cdla. San Antonio



**Realizado por:** Julio Tipán

#### 4.1.5.4 CIUDELA ORIENTE

La Ciudadela Oriente cuenta actualmente con 952 abonados que corresponden a los usuarios residenciales y comerciales. En la siguiente tabla se detalla el número de encuestas que se realizaron en esta zona de estudio.

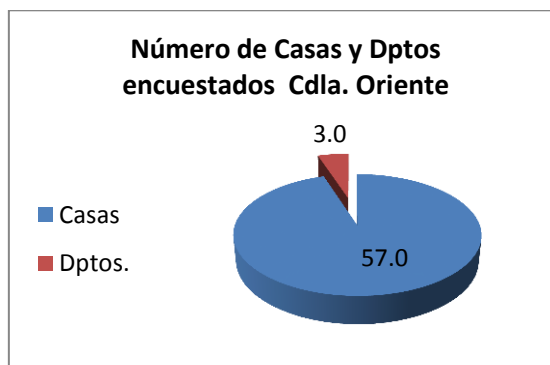
**Tabla 13:** Número de encuestas realizadas en la Cdla. Oriente.

<b>CIUDELA ORIENTE</b>			
	<b>CASAS</b>	<b>DPTOS.</b>	<b>TOTAL</b>
Oriente Z10	29	1	30
Oriente Z11	28	2	30
	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>60</b>

**Realizado por:** Julio Tipán

En esta ciudadela se realizaron sesenta encuestas, de las cuales cincuenta y siete corresponden a casas y solamente tres corresponden a departamentos, por lo que para esta zona de estudio se tendrá una caracterización de tipo casa.

**Gráfico 14:** Número de Casas y Dptos. – Cdla. Oriente.



**Realizado por:** Julio Tipán

#### 4.1.5.5 RESUMEN DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS

En base a la información mostrada anteriormente presentaremos una tabla resumen sobre el número total de encuestas realizadas a usuarios residenciales por cada zona de estudio, con el propósito de unificar las muestras para la determinación de los hábitos y características de consumo.

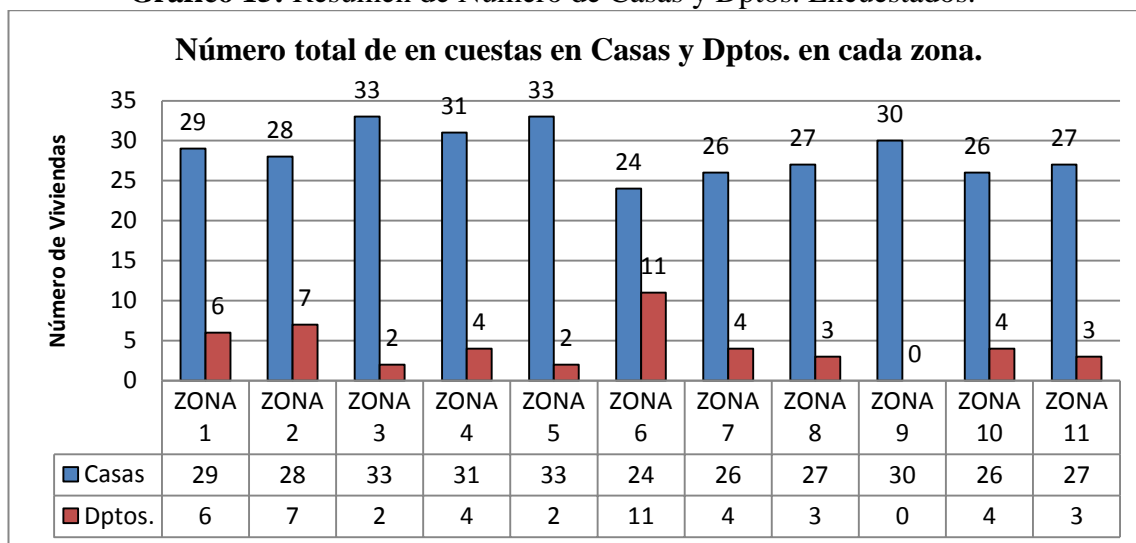
**Tabla 14:** Resumen del número de encuestas realizadas.

	ENCUESTAS REALIZADAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN PANIMBOZA		
	CASAS	DPTOS.	TOTAL
<b>La Vicentina Z1</b>	29	6	35
<b>San Antonio Z2</b>	28	7	35
<b>San Antonio Z3</b>	33	2	35
<b>San Antonio Z4</b>	31	4	35
<b>San Antonio Z5</b>	33	2	35
<b>San Antonio Z6</b>	24	11	35
<b>San Antonio Z7</b>	26	4	30
<b>Bellavista Z8</b>	27	3	30
<b>Bellavista Z9</b>	30	0	30
<b>Oriente Z10</b>	26	4	30
<b>Oriente Z11</b>	27	3	30
<b>TOTAL</b>	314	46	360

**Realizado por:** Julio Tipán

Para el total de las zonas de estudio se contó con 360 usuarios a los que se les realizó la encuesta y la medición de caudales consumidos, útiles para el presente estudio, de los cuales 318 (88%) corresponden a casas y 42 (12%) corresponden a departamentos. Dados estos datos se puede decir que casi la totalidad de información obtenida proviene de viviendas de tipo casa. El gráfico que se muestra a continuación representa la totalidad de encuestas realizadas en las diferentes zonas de estudio:

**Gráfico 15:** Resumen de Número de Casas y Dptos. Encuestados.



**Realizado por:** Julio Tipán

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

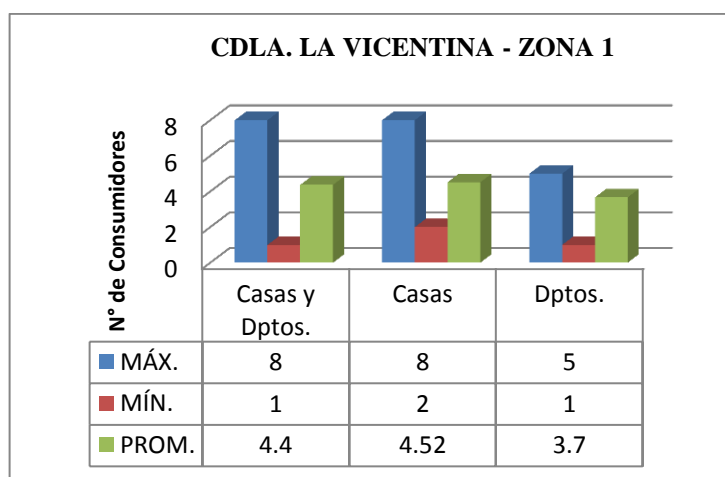
Una vez realizada la encuesta a los usuarios residenciales de las zonas de estudio, se procedió a tabular la información obtenida de las encuestas, y a realizar gráficos que permitan analizar variables como el número de consumidores por vivienda, número de puntos hidráulicos por vivienda, volumen de agua consumida en un día, una semana, un mes, días feriados; hábitos de consumo, patrones de consumo, curvas de consumo per-cápita de cada una de las zonas en estudio.

### 4.2.1 NÚMERO DE CONSUMIDORES POR VIVIENDA

#### 4.2.1.1 CIUDADELA LA VICENTINA

Entre la información disponible de las encuestas realizadas, el número de consumidores por vivienda es un dato muy valioso para el desarrollo del presente estudio, es así que para la zona de estudio número uno que corresponde a la Cdla. La Vicentina, se obtuvo en viviendas tipo casa un número máximo de 8 consumidores, un número mínimo de 2 consumidores y un promedio de 4,52 consumidores; en viviendas de tipo departamento un número máximo de 5 consumidores, un número mínimo de 1 consumidor y un promedio de 3,67 consumidores, por lo que podríamos asumir para esta zona de estudio un número de **4 a 5** consumidores para casas y un número de **3 a 4** consumidores para departamentos. Estos valores reflejan que existe un mayor número de personas en casas que en los departamentos.

**Gráfico 16:** Número de consumidores promedio por vivienda – Zona 1

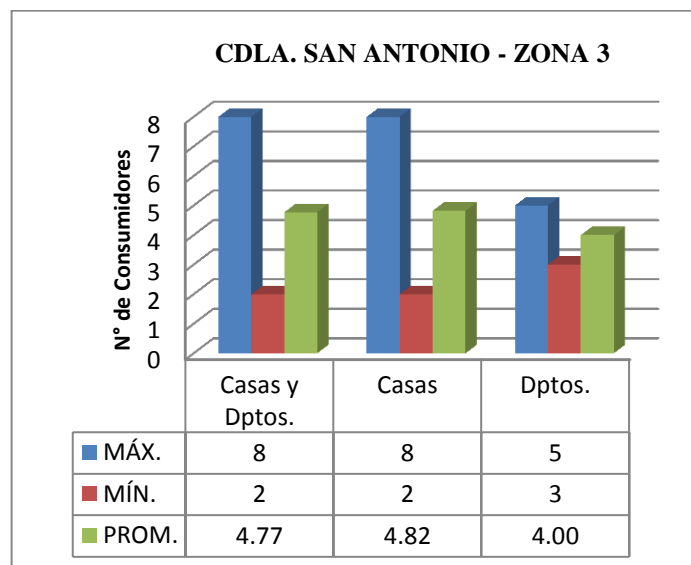
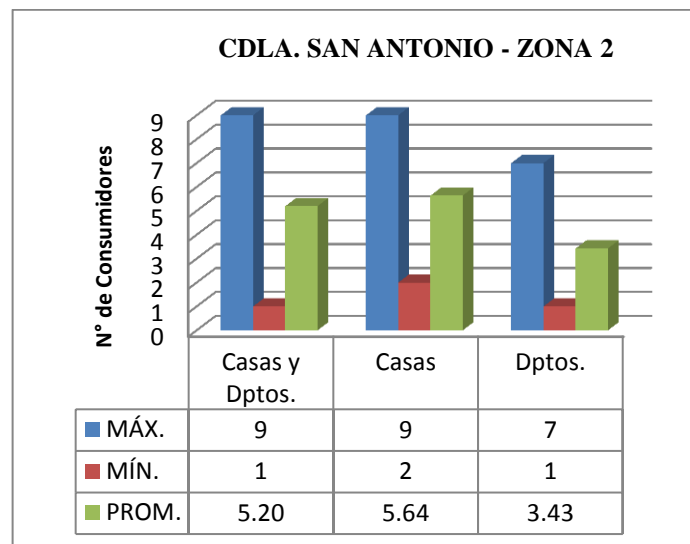


**Realizado por:** Julio Tipán

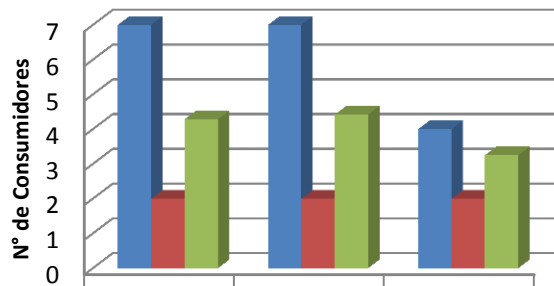
#### 4.2.1.2 CIUDADELA SAN ANTONIO

Para las zonas en estudio desde la zona dos a la zona siete que corresponden a la Cdla. San Antonio, se obtuvo para viviendas de tipo casa un número máximo de 9, un número mínimo de 1 consumidor y un promedio total de 5,20 consumidores; para viviendas de tipo departamentos un número máximo de 7, un número mínimo de 1 consumidor y un promedio de 3,61 consumidores, por lo que para estas zonas de estudio se puede asumir un número de consumidores de **5** para casas y **4** para departamentos.

**Gráfico 17:** Número de consumidores promedio por vivienda Zona 2 -7.

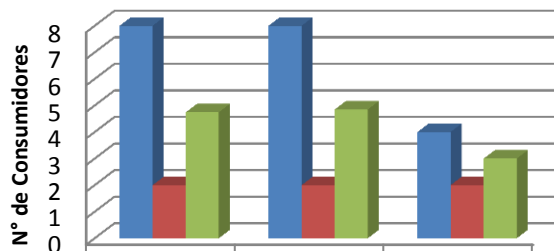


**CDLA. SAN ANTONIO - ZONA 4**



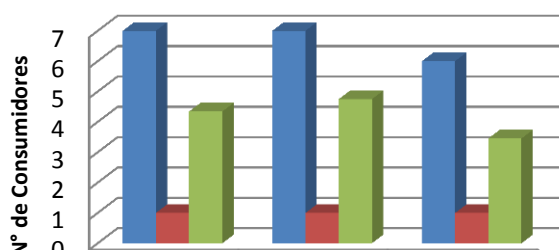
	Casas y Dptos.	Casas	Dptos.
MÁX.	7	7	4
MÍN.	2	2	2
PROM.	4.29	4.42	3.25

**CDLA. SAN ANTONIO - ZONA 5**



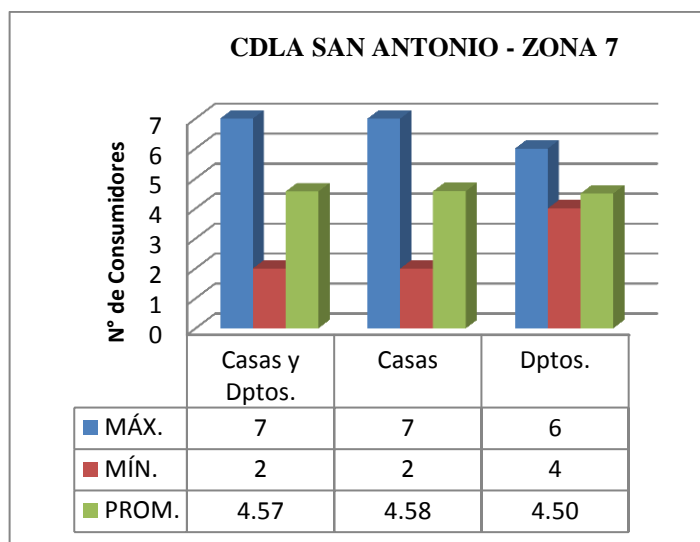
	Casas y Dptos.	Casas	Dptos.
MÁX.	8	8	4
MÍN.	2	2	2
PROM.	4.74	4.85	3.00

**CDLA SAN ANTONIO - ZONA 6**



	Casas y Dptos.	Casas	Dptos.
MÁX.	7	7	6
MÍN.	1	1	1
PROM.	4.34	4.75	3.45



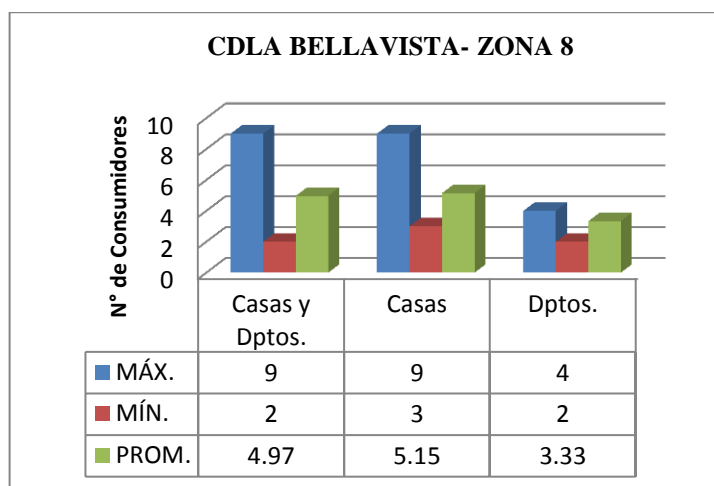


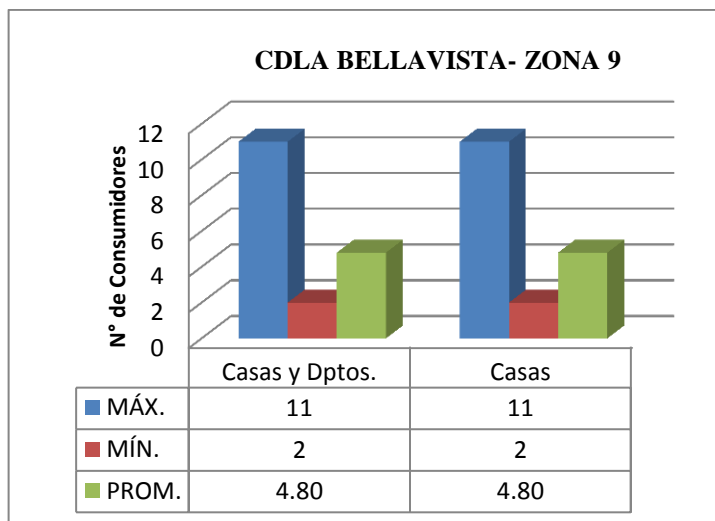
**Realizado por: Julio Tipán**

#### 4.2.1.3 CIUDADELA BELLAVISTA

Para las zonas en estudio ocho y nueve que corresponde a una parte de la Cdla. Bellavista, se obtuvo para las viviendas de tipo casa un número máximo de consumidores de 11, un número mínimo de 2 consumidores y un promedio de 4,89 consumidores; para las viviendas tipo departamento un número máximo de consumidores de 4, un número mínimo de 2 consumidores y un promedio de 3,33 consumidores, cabe recalcar que en la zona nueve no se realizó la encuesta en ningún departamento. Dados estos valores podemos asumir para estas zonas de estudio un número de **5** consumidores para casas y **3** consumidores para departamentos, esta tendencia refleja que lógicamente existe un mayor número de consumidores en casas que en apartamentos por el área misma de la vivienda.

**Gráfico 18:** Número de consumidores por vivienda de la Zona 8 y 9.



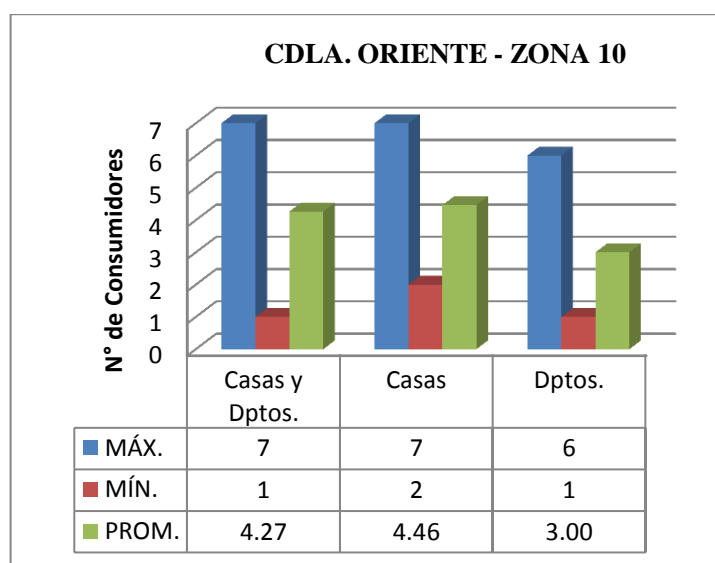


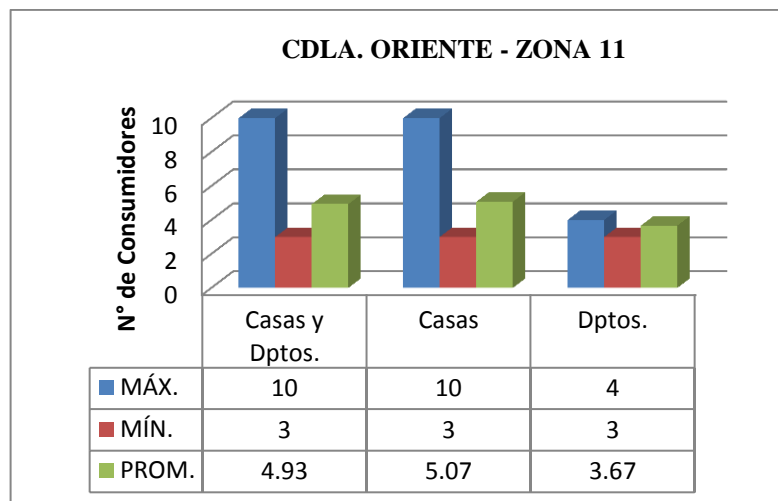
**Realizado por: Julio Tipán**

#### 4.2.1.4 CIUDADELA ORIENTE

Para las zonas en estudio diez y once que corresponde a una parte de la Cdla. Oriente, se obtuvo para viviendas tipo casa un número máximo de consumidores de 10, un número mínimo de 1 consumidor y un promedio de 4,60 consumidores; para viviendas de tipo departamento un número máximo de 6 consumidores, un mínimo de 1 consumidor y un promedio de 3,34 consumidores. Dados los valores anteriores se puede asumir para estas zonas un número de **4** a **5** consumidores para casas y un número de **3** consumidores para departamentos.

**Gráfico 19:** Número de consumidores por vivienda de la Zona 10 - 11.





**Realizado por:** Julio Tipán

En resumen, al analizar los datos de los gráficos anteriores correspondientes al número de consumidores por vivienda, se obtiene que para la totalidad de usuarios evaluados en la red de distribución Panimboza, el número máximo de consumidores por vivienda tipo casa es 11, el número mínimo es 1 y un valor promedio de **5 consumidores** por casa; para viviendas tipo departamento el número máximo de consumidores fue de 7, el número mínimo fue de 1 consumidor y un promedio de **4 consumidores** por departamento.

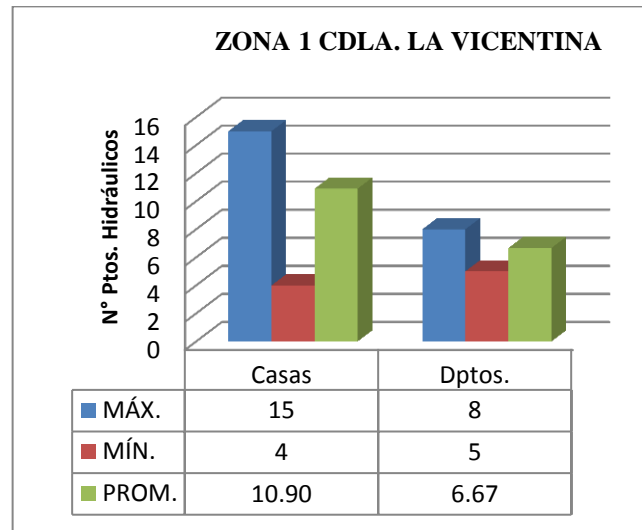
#### **4.2.2 NÚMERO DE PUNTOS HIDRÁULICOS POR VIVIENDA**

El número de puntos hidráulicos por vivienda es un dato muy importante para el presente estudio, con este dato podremos obtener primeramente un valor promedio del total de puntos hidráulicos instalados en las viviendas de las diferentes zonas de estudio, para después obtener de igual forma un valor promedio de acuerdo al tipo de punto hidráulico. Con los valores promedios podremos hacer una caracterización típica de una vivienda, de acuerdo al tipo y número de punto hidráulico instalado.

##### **4.2.2.1 CIUDADELA LA VICENTINA**

En la Zona 1 para viviendas de tipo casa se obtuvo un número máximo de 15, un mínimo de 4 y un promedio de 10,90 puntos hidráulicos; para viviendas de tipo departamentos un número máximo de 8, un número mínimo de 5 y un promedio de 6,67 puntos hidráulicos.

**Gráfico 20:** Número de puntos hidráulicos por vivienda – Zona 1.

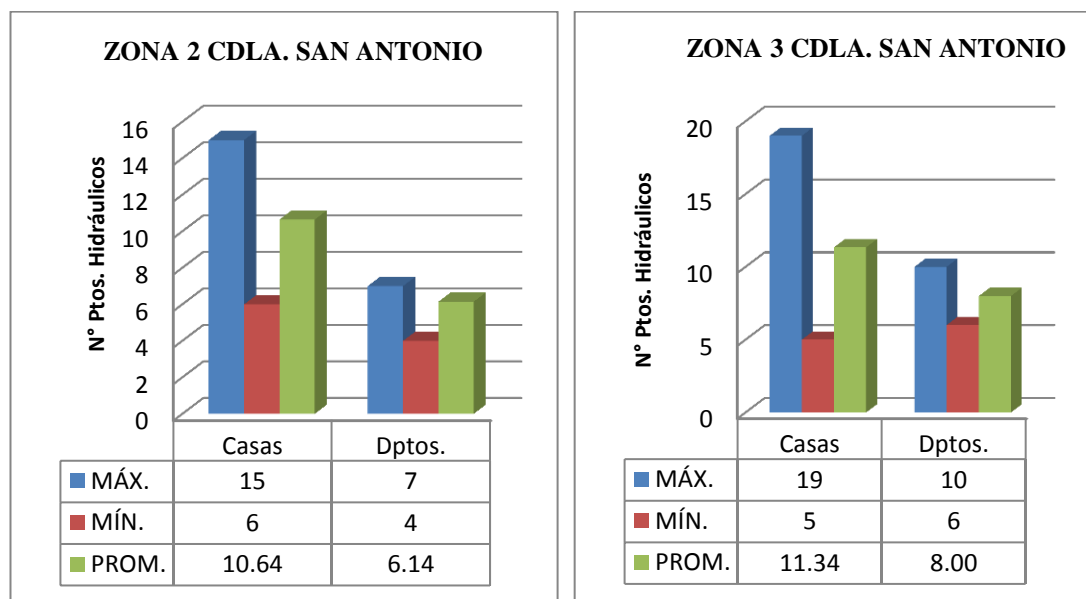


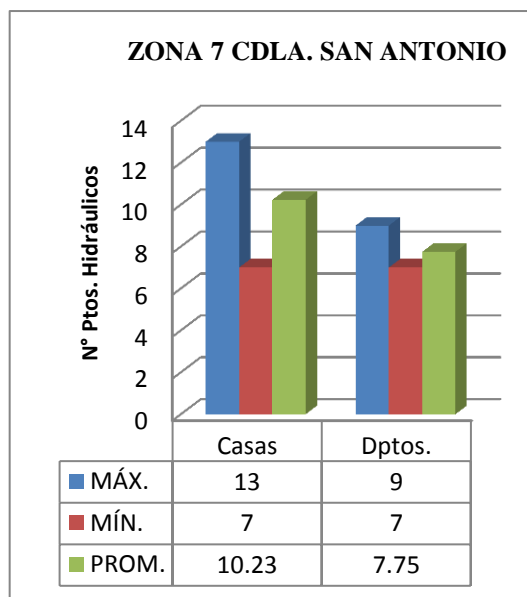
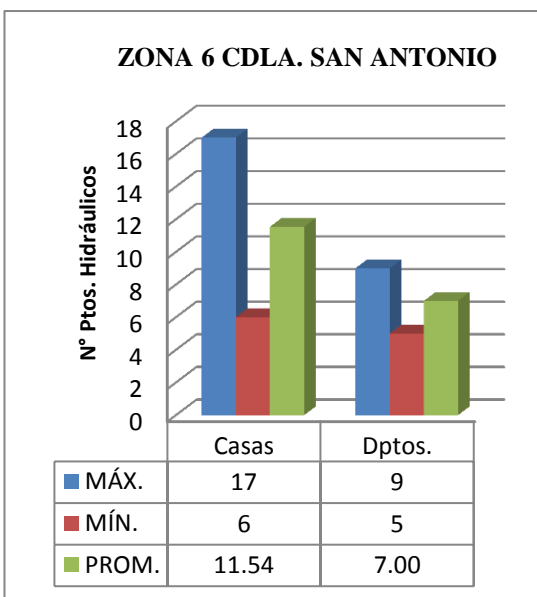
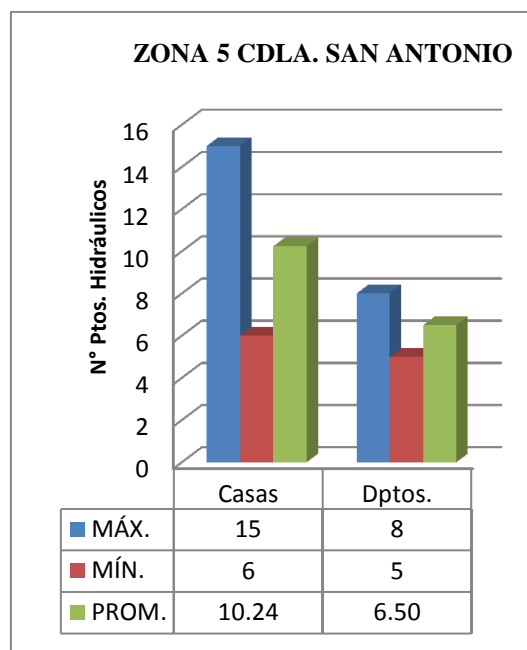
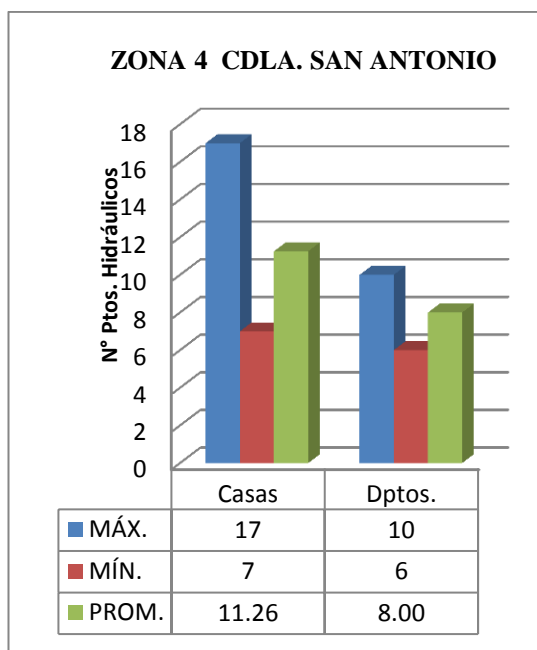
**Realizado por:** Julio Tipán

#### 4.2.2.2 CIUDADELA SAN ANTONIO

En las Zonas de estudio de la dos a la siete, para viviendas de tipo casa se obtuvo un número máximo de 19, un mínimo de 5 y un promedio total de 10,88 puntos hidráulicos; para viviendas de tipo departamentos un número máximo de 10, un número mínimo de 4 y un promedio total de 7,23 puntos hidráulicos.

**Gráfico 21:** Número de puntos hidráulicos por vivienda Ciudadela San Antonio.



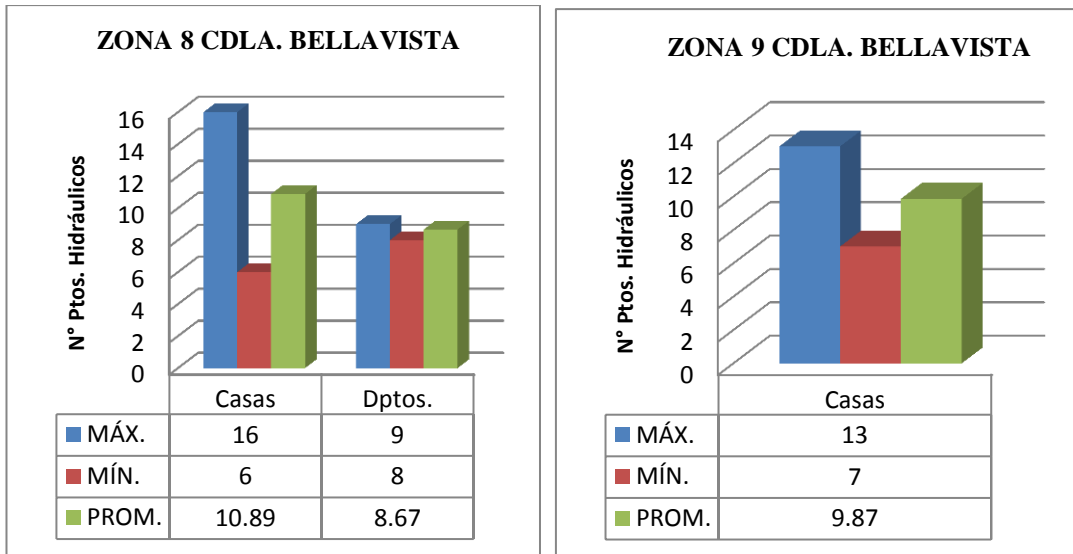


**Realizado por:** Julio Tipán

#### 4.2.2.3 CIUDADELA BELLAVISTA

En las Zonas de estudio ocho y nueve, para las viviendas tipo casa se obtuvo un número máximo de 16, un número mínimo de 6 y un promedio total de 10,38 puntos hidráulicos; para viviendas tipo departamento un número máximo de 9, un número mínimo de 8 y un promedio total de 8,67 puntos hidráulicos, cabe mencionar que en la zona nueve no se realizó ninguna encuesta en departamentos.

**Gráfico 22:** Número de puntos hidráulicos por vivienda Ciudadela Bellavista.

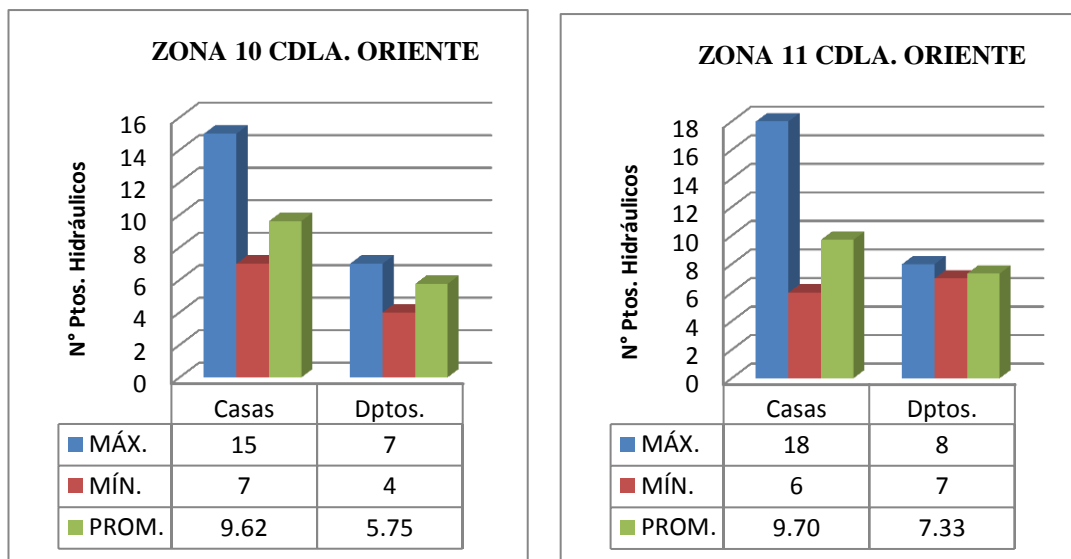


**Realizado por:** Julio Tipán

#### 4.2.2.4 CIUDELA ORIENTE

En las Zonas de estudio diez y once, para viviendas tipo casa se obtuvo un número máximo de 18, un número mínimo de 6, y un promedio total de 9,66 puntos hidráulicos; para viviendas de tipo departamento un número máximo de 8, un número mínimo de 4, y un promedio total de 6,54 puntos hidráulicos.

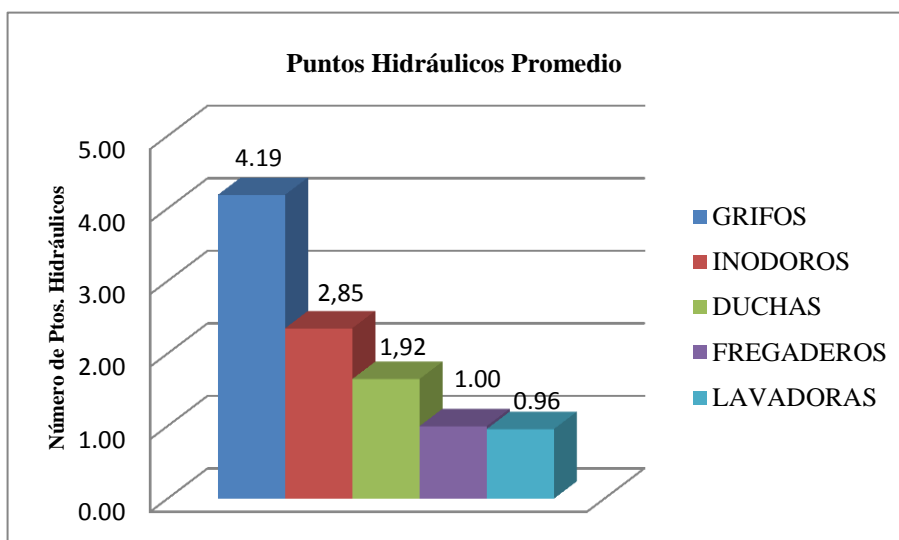
**Gráfico 23:** Número de puntos hidráulicos por vivienda Ciudadela Oriente.



**Realizado por:** Julio Tipán

Al analizar la totalidad de las muestras se observó que el mayor número de puntos hidráulicos para casas se encuentra en la zona 3 con **19** unidades, el menor número de puntos hidráulicos se encuentra en la zona 1 con **4** unidades y el promedio para la totalidad de las muestras es de **10,57** unidades; para los departamentos el mayor número de puntos hidráulicos se encuentra en la zona 3 con **10** unidades, el menor número de puntos hidráulicos se encuentra en la zona 1 y 2 con **4** unidades y el promedio para la totalidad de las muestras es de **7,42** unidades cabe recalcar que el mayor número de puntos hidráulicos se obtuvieron en viviendas de tipo casa. De igual forma para la totalidad de las zonas en estudio, se determinó un valor promedio de los diferentes tipos de puntos hidráulicos, como se muestra en el siguiente gráfico:

**Gráfico 24:** Puntos hidráulicos promedio para la totalidad de las muestras.



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 15:** Valores promedio para los diferentes tipos de puntos hidráulicos.

TIPO DE PTO. HIDRÁULICO	VALOR PROMEDIO		VALOR ASUMIDO	
	CASAS	DPTOS.	CASAS	DPTOS.
Grifos (Lavamanos, Grifos de jardinería)	4,19	2,33	4,00	2,00
Inodoros	2,85	1,92	3,00	2,00
Duchas	1,65	1,16	2,00	1,00
Fregaderos	1,00	1,00	1,00	1,00
Lavadora	0,95	0,85	1,00	1,00
TOTAL:			<b>11,00</b>	<b>7,00</b>

Realizado por: Julio Tipán

Como se observa en la tabla anterior al analizar los valores promedios, se puede asumir que una casa tipo está conformada típicamente por 4 grifos que corresponden a lavamanos y grifos de jardinería, 3 inodoros, 2 duchas, que conforman 2 baños completos y un 1/2 baño por casa, 1 fregadero de cocina y 1 lavadora de ropa, haciendo un total de 11 puntos hidráulicos por casa, estos valores pueden variar dependiendo del número de consumidores que existan en la casa y del área de la casa.

De igual forma se puede asumir que un departamento tipo está conformado típicamente por 2 grifos que corresponden a lavamanos u otros grifos, 2 inodoros, 1 ducha, 1 fregadero de cocina y 1 lavadora de ropa, haciendo un total 7 puntos hidráulicos por departamento.

En esta parte también podemos mencionar que la mayoría de las viviendas residenciales cuentan con un tanque de almacenamiento de agua de 1000 Ltrs. que lo usan eventualmente cuando el suministro de agua es suspendido por roturas de tuberías en el sistema de distribución.

#### **4.2.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAUDALES**

De la misma forma que se realizó la encuesta a los usuarios residenciales de las zonas en estudio, se procedió a realizar la medición del volumen de agua potable consumida en un periodo de cuatro meses, para poder cumplir con los objetivos del presente estudio.

Como se mostró anteriormente, mediante las encuestas se pudo determinar el número de consumidores por vivienda de los usuarios evaluados, y con este valor fue posible determinar inicialmente un valor de consumo diario per-cápita, mediante un registro de caudales consumidos en una semana típica de consumo (de Lunes a Domingo).

Además se obtuvieron patrones de consumo y caudales máximos diarios para cada zona de estudio, para posteriormente realizar un análisis y la digitalización de los datos obtenidos en el estudio en un software GIS que permita una mayor



interpretación de los resultados y además de eso tener un mapeo con una base de datos que sirva de consulta para los diseñadores de redes de distribución.

#### **4.2.3.1 SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO**

La semana típica de consumo se obtuvo a partir de los datos de medición de caudal consumido por los usuarios residenciales considerados para el estudio en un periodo de 24 horas durante los 7 días de la semana por un mes, con estos datos válidos y completos de consumo se realizó un promedio para cada día de consumo.



Entre semana, el día lunes es en donde se presentan los mayores consumos, mientras que los demás días el consumo es regular con valores de consumo similares, el fin de semana los días sábados el consumo incrementa, esto puede ser debido a que la totalidad de habitantes de cada vivienda permanecen mayor tiempo en las mismas, o por los hábitos de lavar ropa, aseo del hogar y arreglo de jardines los fines de semana.

En algunas zonas los domingos el consumo disminuye y en otras aumenta con relación a los otros días de la semana, esto puede deberse a los hábitos de descanso y esparcimiento de la población los fines de semana que aprovechan este días para salir a comer fuera de casa o salir de paseo.

A continuación se muestran tablas con los valores de consumo promedio obtenidos para cada día de la semana en (Ltrs. /día) con su respectivo porcentaje de consumo durante la misma, además de un valor promedio de consumo en un día y un valor de consumo per-cápita promedio o también llamada Dotación (Ltrs./Hab./Día) para cada una de las zonas de estudio.


De igual manera se realizó un gráfico representativo con el promedio de consumo por cada día de la semana e cada una de las ciudadelas en estudio.

**Tabla 16:** Semana típica de consumo promedio - Zona 1 Ciudadela La Vicentina

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
<b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b>										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
<b>SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 1 CDLA. LA VICENTINA</b>										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (ltr./hab/día)
1	4	620	604	592	694	595	680	510	613,57	153,39
2	6	1172	1010	989	1234	1025	1250	935	1087,86	181,31
3	4	534	584	490	480	395	450	418	478,71	119,68
4	4	1137	1139	1019	1058	1169	1250	1012	1112,00	278,00
5	4	998	1035	1023	987	1123	1310	910	1055,14	263,79
6	6	885	854	785	889	757	886	741	828,14	138,02
7	6	1181	1235	994	1136	1125	968	920	1079,86	179,98
8	6	1120	1234	1243	1042	938	1054	1005	1090,86	181,81
9	4	397	450	368	370	351	452	351	391,29	97,82
10	4	1140	1025	1136	1124	995	1165	1034	1088,43	272,11
11	4	624	658	598	613	687	725	586	641,57	160,39
12	4	893	778	798	745	818	828	764	803,43	200,86
13	2	576	528	498	563	464	601	514	534,86	267,43
14	5	792	752	698	734	527	718	698	702,71	140,54
15	5	663	520	635	668	565	640	735	632,29	126,46
16	4	407	435	536	468	398	520	397	451,57	112,89
17	6	1025	997	1120	1047	1094	1245	1140	1095,43	182,57
18	5	843	729	846	901	835	861	738	821,86	164,37
19	4	413	518	398	465	437	485	389	443,57	110,89
20	1	238	190	215	180	196	254	195	209,71	209,71
21	4	739	710	694	728	832	798	585	726,57	181,64
22	6	1052	1156	1065	998	1076	1110	987	1063,43	177,24
23	3	527	534	546	561	498	594	467	532,43	177,48
24	8	2104	1995	1895	2039	2130	2169	1598	1990,00	248,75
25	3	587	510	467	427	589	610	528	531,14	177,05
26	9	1624	1698	1593	1620	1665	1594	1562	1622,29	180,25
27	5	1189	1185	1168	1178	1098	1209	985	1144,57	228,91
28	2	312	305	320	310	325	350	295	316,71	158,36
29	4	695	721	689	657	796	798	686	720,29	180,07
30	3	551	446	568	472	415	512	420	483,43	161,14
31	4	594	689	595	648	662	718	654	651,43	162,86
32	5	1232	1124	1178	1134	1129	1295	1012	1157,71	231,54
33	5	982	886	798	856	721	821	896	851,43	170,29
34	4	645	786	710	796	823	763	621	734,86	183,71
35	4	814	795	820	845	795	810	793	810,29	202,57
<b>Promedio=</b>		<b>837</b>	<b>823</b>	<b>802</b>	<b>819</b>	<b>801</b>	<b>871</b>	<b>745</b>	<b>814</b>	<b>181,83</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,69%</b>	<b>14,44%</b>	<b>14,08%</b>	<b>14,37%</b>	<b>14,06%</b>	<b>15,29%</b>	<b>13,07%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 17: Semana típica de consumo promedio - Zona 2 Ciudadela San Antonio**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b>										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 2 CDLA. SAN ANTONIO										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (ltr./hab/día)
36	4	620	587	610	678	625	728	620	638,29	159,57
37	3	391	298	310	412	341	396	341	355,57	118,52
38	9	1604	1596	1635	1610	1532	1578	1465	1574,29	174,92
39	5	1564	1534	1548	1538	1571	1396	1354	1500,71	300,14
40	3	292	312	222	354	296	398	256	304,29	101,43
41	3	609	679	631	741	614	597	562	633,29	211,10
42	7	1702	1735	1698	1721	1764	1836	1642	1728,29	246,90
43	6	572	512	562	623	598	647	587	585,86	97,64
44	3	308	410	354	298	352	310	210	320,29	106,76
45	7	1205	1235	1316	1198	1298	1396	1224	1267,43	181,06
46	5	431	478	410	432	398	467	365	425,86	85,17
47	2	345	325	348	365	347	420	321	353,00	176,50
48	5	1299	1341	1315	1240	1325	1295	1260	1296,43	259,29
49	1	180	208	195	147	125	186	210	178,71	178,71
50	4	1070	980	1110	1023	997	1210	985	1053,57	263,39
51	8	1319	1352	1298	1324	1278	1346	1210	1303,86	162,98
52	5	965	935	821	895	917	987	825	906,43	181,29
53	7	1481	1395	1491	1430	1396	1312	1310	1402,14	200,31
54	4	749	637	742	781	689	712	625	705,00	176,25
55	8	1729	1798	1698	1765	1645	1786	1540	1708,71	213,59
56	8	1898	1834	1905	1921	1891	2004	1802	1893,57	236,70
57	7	1424	1436	1396	1478	1466	1325	1378	1414,71	202,10
58	3	380	396	325	376	302	416	387	368,86	122,95
59	6	1465	1395	1489	1435	1421	1442	1341	1426,86	237,81
60	5	1160	1150	1184	1240	1168	968	851	1103,00	220,60
61	3	475	489	425	478	395	465	389	445,14	148,38
62	4	1085	1020	1112	1096	1108	1178	1047	1092,29	273,07
63	6	655	612	591	582	614	721	621	628,00	104,67
64	9	1800	1782	1869	1854	1825	1962	1520	1801,71	200,19
65	8	1752	1685	1698	1736	1789	1698	1458	1688,00	211,00
66	8	1553	1520	1569	1547	1610	1498	1342	1519,86	189,98
67	3	415	437	413	465	470	491	489	454,29	151,43
68	2	586	610	596	641	579	586	438	576,57	288,29
69	5	472	485	358	469	399	468	478	447,00	89,40
70	6	1431	1398	1478	1436	1378	1369	1458	1421,14	236,86
<b>Promedio=</b>		<b>1000</b>	<b>988</b>	<b>992</b>	<b>1009</b>	<b>986</b>	<b>1017</b>	<b>912</b>	<b>986</b>	<b>185,97</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,48%</b>	<b>14,32%</b>	<b>14,37%</b>	<b>14,62%</b>	<b>14,29%</b>	<b>14,73%</b>	<b>13,20%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 18:** Semana típica de consumo promedio - Zona 3 Ciudadela San Antonio

 										
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 3 CDLA. SAN ANTONIO										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (ltr./hab/día)
71	8	1950	1884	1963	1896	1935	1789	1965	1911,71	238,96
72	5	1256	1216	1291	1278	1248	1169	1225	1240,43	248,09
73	5	1685	1589	1678	1625	1618	1465	984	1520,57	304,11
74	4	765	775	698	712	735	810	620	730,71	182,68
75	7	1294	1280	1226	1278	1301	1285	1145	1258,43	179,78
76	6	782	685	720	765	712	820	498	711,71	118,62
77	8	1690	1620	1641	1598	1674	1536	1435	1599,14	199,89
78	3	560	594	510	527	571	310	220	470,29	156,76
79	4	623	610	645	598	698	710	648	647,43	161,86
80	5	958	1012	968	935	1002	1132	568	939,29	187,86
81	3	592	622	587	596	584	610	430	574,43	191,48
82	4	832	846	871	914	891	920	655	847,00	211,75
83	4	645	624	691	589	645	715	354	609,00	152,25
84	5	1129	1025	1120	1321	1201	1340	724	1122,86	224,57
85	4	968	925	961	834	954	817	885	906,29	226,57
86	8	1548	1465	1521	1534	1698	1574	1240	1511,43	188,93
87	5	1193	1124	1254	1292	986	1210	1247	1186,57	237,31
88	3	586	524	587	580	498	621	410	543,71	181,24
89	5	911	895	924	936	1010	925	714	902,14	180,43
90	2	286	310	257	320	275	305	254	286,71	143,36
91	3	543	556	521	496	518	620	531	540,71	180,24
92	5	625	685	624	637	586	470	620	606,71	121,34
93	5	973	947	896	932	968	867	983	938,00	187,60
94	3	420	405	425	396	434	521	385	426,57	142,19
95	6	822	810	864	801	832	879	621	804,14	134,02
96	4	540	591	562	547	498	587	432	536,71	134,18
97	4	594	421	561	438	563	634	587	542,57	135,64
98	2	325	305	410	387	361	298	257	334,71	167,36
99	5	956	978	854	839	941	997	821	912,29	182,46
100	6	1116	1035	1124	1165	1004	1214	954	1087,43	181,24
101	7	1254	1264	1361	1125	1325	1354	1125	1258,29	179,76
102	4	689	710	684	698	647	821	568	688,14	172,04
103	8	1498	1487	1389	1478	1267	1452	1345	1416,57	177,07
104	5	1050	987	1121	1065	985	1234	985	1061,00	212,20
105	4	751	687	721	745	635	798	648	712,14	178,04
<b>Promedio=</b>		<b>926</b>	<b>900</b>	<b>921</b>	<b>911</b>	<b>909</b>	<b>937</b>	<b>774</b>	<b>897</b>	<b>182,91</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,75%</b>	<b>14,33%</b>	<b>14,67%</b>	<b>14,51%</b>	<b>14,47%</b>	<b>14,93%</b>	<b>12,33%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 19: Semana típica de consumo promedio - Zona 4 Ciudadela San Antonio**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
<b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b>										
<b>“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”</b>										
<b>SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 4 CDLA. SAN ANTONIO</b>										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (ltr./hab/día)
106	4	798	710	698	738	668	801	604	716,71	179,18
107	5	983	867	932	894	786	921	987	910,00	182,00
108	3	567	621	547	601	438	764	450	569,71	189,90
109	4	805	791	834	864	765	841	698	799,71	199,93
110	6	1157	1102	1247	987	1136	1117	897	1091,86	181,98
111	4	766	744	794	687	698	667	887	749,00	187,25
112	5	939	897	824	968	869	1067	687	893,00	178,60
113	5	1043	1158	1264	985	1136	1254	867	1101,00	220,20
114	5	1174	1254	1147	1365	1036	1158	987	1160,14	232,03
115	3	578	521	574	604	589	678	545	584,14	194,71
116	5	738	748	769	698	702	798	664	731,00	146,20
117	2	247	258	263	301	269	298	210	263,71	131,86
118	2	320	289	320	268	347	385	391	331,43	165,71
119	6	1154	1036	1125	1268	1054	986	1257	1125,71	187,62
120	4	685	598	632	678	569	644	768	653,43	163,36
121	2	307	286	314	268	347	369	210	300,14	150,07
122	5	1265	1125	1231	1294	1341	1085	1325	1238,00	247,60
123	6	1137	1187	1221	963	1024	1354	924	1115,71	185,95
124	4	674	684	568	624	704	547	789	655,71	163,93
125	3	501	534	678	514	625	674	454	568,57	189,52
126	2	316	421	335	364	298	397	315	349,43	174,71
127	5	1009	987	1003	1124	1088	1147	678	1005,14	201,03
128	7	1720	1535	1621	1538	1697	1501	1547	1594,14	227,73
129	4	761	989	725	687	718	889	598	766,71	191,68
130	4	750	774	721	764	736	898	514	736,71	184,18
131	5	1218	1135	1257	1264	1158	1340	952	1189,14	237,83
132	5	1131	1035	1124	1003	1204	1258	894	1092,71	218,54
133	6	1364	1256	1324	1368	1268	1369	1241	1312,86	218,81
134	4	835	826	862	896	834	831	695	825,57	206,39
135	4	548	521	534	578	601	710	387	554,14	138,54
136	3	589	564	634	569	674	547	689	609,43	203,14
137	5	932	921	931	942	920	1087	812	935,00	187,00
138	6	1187	1123	1206	1125	1168	1245	1245	1185,57	197,60
139	4	684	625	635	678	647	704	611	654,86	163,71
140	4	834	798	845	714	820	831	692	790,57	197,64
Promedio=		<b>849</b>	<b>826</b>	<b>850</b>	<b>834</b>	<b>827</b>	<b>890</b>	<b>756</b>	<b>833</b>	<b>189,32</b>
Porcentaje=		<b>14,56%</b>	<b>14,17%</b>	<b>14,57%</b>	<b>14,30%</b>	<b>14,17%</b>	<b>15,27%</b>	<b>12,97%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 20: Semana típica de consumo promedio - Zona 5 Ciudadela San Antonio**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b> 										
"ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO."										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 5 CDLA. SAN ANTONIO										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (ltr./hab/día)
141	5	924	982	932	965	947	963	821	933,43	186,69
142	7	1354	1321	1385	1341	1358	1469	1184	1344,57	192,08
143	3	486	462	435	468	398	447	598	470,57	156,86
144	5	955	975	989	987	869	1012	794	940,14	188,03
145	4	821	817	835	869	824	912	685	823,29	205,82
146	7	1201	1294	1320	1325	1286	1352	1204	1283,14	183,31
147	4	728	752	762	724	641	824	621	721,71	180,43
148	5	966	960	975	967	924	1025	824	948,71	189,74
149	6	1274	1325	1342	1298	1210	1452	1247	1306,86	217,81
150	3	625	635	624	627	598	697	589	627,86	209,29
151	3	583	575	568	583	510	624	521	566,29	188,76
152	6	1085	1010	1187	1120	1148	1159	920	1089,86	181,64
153	3	459	465	436	487	468	569	347	461,57	153,86
154	5	1378	1368	1354	1369	1247	1310	1020	1292,29	258,46
155	4	913	920	936	945	915	1012	765	915,14	228,79
156	6	1296	1263	1257	1256	1186	1345	1120	1246,14	207,69
157	4	651	625	631	687	721	698	594	658,14	164,54
158	7	1434	1420	1478	1485	1369	1420	867	1353,29	193,33
159	4	842	874	821	865	835	927	678	834,57	208,64
160	4	627	610	687	623	598	737	527	629,86	157,46
161	5	1017	1005	1047	1065	1027	1120	824	1015,00	203,00
162	3	477	489	452	465	435	527	405	464,29	154,76
163	4	845	852	865	837	789	936	801	846,43	211,61
164	8	1737	1698	1701	1765	1734	1842	1451	1704,00	213,00
165	4	497	465	436	452	401	578	469	471,14	117,79
166	5	918	964	974	867	978	987	621	901,29	180,26
167	2	327	312	398	314	378	342	249	331,43	165,71
168	4	824	864	792	912	783	894	743	830,29	207,57
169	2	286	215	296	264	304	285	224	267,71	133,86
170	7	1545	1521	1630	1578	1468	1610	1287	1519,86	217,12
171	4	865	725	847	867	769	935	698	815,14	203,79
172	5	926	946	937	978	912	1024	784	929,57	185,91
173	7	1646	1598	1653	1678	1468	1673	1496	1601,71	228,82
174	5	995	864	937	1024	868	987	936	944,43	188,89
175	6	1167	1189	1128	1174	1201	1274	947	1154,29	192,38
<b>Promedio=</b>		<b>934</b>	<b>925</b>	<b>944</b>	<b>949</b>	<b>902</b>	<b>999</b>	<b>796</b>	<b>921</b>	<b>190,22</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,48%</b>	<b>14,34%</b>	<b>14,64%</b>	<b>14,72%</b>	<b>13,99%</b>	<b>15,49%</b>	<b>12,34%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 21:** Semana típica de consumo promedio - Zona 6 Ciudadela San Antonio

 										
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b>										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
<b>SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 6 CDLA. SAN ANTONIO</b>										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per-cápita (litr./hab/día)
176	4	861	731	827	869	927	867	745	832,43	208,11
177	9	2386	2120	2054	2134	2046	2245	2584	2224,14	247,13
178	2	686	728	639	758	616	778	604	687,00	343,50
179	7	1414	1320	1439	1408	1571	1446	1221	1402,71	200,39
180	4	874	868	925	887	847	921	715	862,43	215,61
181	5	792	722	745	767	898	802	794	788,57	157,71
182	5	1005	1098	1054	1104	1164	1178	896	1071,29	214,26
183	6	1009	1056	1036	1045	1112	1214	775	1035,29	172,55
184	8	1546	1528	1596	1697	1575	1678	1418	1576,86	197,11
185	4	558	624	564	498	534	598	512	555,43	138,86
186	2	203	298	218	302	349	278	225	267,57	133,79
187	4	870	825	965	832	896	945	818	878,71	219,68
188	4	921	910	835	964	898	913	854	899,29	224,82
189	5	906	916	945	968	1045	1018	587	912,14	182,43
190	4	892	874	846	921	896	946	810	883,57	220,89
191	3	458	436	427	496	501	537	381	462,29	154,10
192	4	925	935	965	947	867	917	837	913,29	228,32
193	5	1215	1254	1202	1269	1264	1285	1045	1219,14	243,83
194	7	1526	1510	1578	1498	1547	1534	1447	1520,00	217,14
195	1	139	178	142	198	153	206	120	162,29	162,29
196	1	184	148	186	124	174	169	198	169,00	169,00
197	7	1332	1312	1346	1312	1396	1495	1246	1348,43	192,63
198	6	861	834	896	867	812	965	821	865,14	144,19
199	3	345	321	357	347	321	425	357	353,29	117,76
200	4	957	964	1056	987	915	1024	964	981,00	245,25
201	1	101	114	106	128	135	189	143	130,86	130,86
202	2	269	242	341	278	269	347	128	267,71	133,86
203	3	424	438	396	398	461	532	334	426,14	142,05
204	6	1323	1310	1479	1348	1387	1498	1247	1370,29	228,38
205	6	1300	1248	1342	1289	1304	1405	1349	1319,57	219,93
206	3	578	548	562	469	510	463	521	521,57	173,86
207	5	1031	1064	1123	1234	1078	1140	676	1049,43	209,89
208	5	1061	1079	1112	1134	1034	1124	961	1072,14	214,43
209	7	1358	1324	1349	1289	1267	1340	985	1273,14	181,88
210	6	1035	1064	1124	1036	987	1145	976	1052,43	175,40
<b>Promedio=</b>		<b>896</b>	<b>884</b>	<b>908</b>	<b>909</b>	<b>907</b>	<b>959</b>	<b>808</b>	<b>896</b>	<b>193,20</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,28%</b>	<b>14,10%</b>	<b>14,48%</b>	<b>14,49%</b>	<b>14,47%</b>	<b>15,29%</b>	<b>12,89%</b>	<b>100%</b>	

Realizado por: Julio Tipán



**Tabla 22: Semana típica de consumo promedio - Zona 7 Ciudadela San Antonio**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b> 										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 7 CDLA. SAN ANTONIO										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per cápita (ltr./hab/día)
211	4	854	721	864	821	798	895	896	835,57	208,89
212	3	680	621	678	634	596	721	824	679,14	226,38
213	6	1250	1190	1246	1241	1245	1398	954	1217,71	202,95
214	4	801	794	864	761	791	894	734	805,57	201,39
215	2	324	341	349	397	410	425	310	365,14	182,57
216	4	534	521	497	548	598	664	461	546,14	136,54
217	3	502	495	532	510	452	467	597	507,86	169,29
218	7	1428	1369	1476	1437	1419	1497	1287	1416,14	202,31
219	3	275	234	279	341	239	465	198	290,14	96,71
220	4	536	564	619	539	549	679	469	565,00	141,25
221	4	985	843	910	845	976	1043	934	933,71	233,43
222	6	1296	1216	1146	1367	1179	1269	1049	1217,43	202,90
223	4	670	647	678	691	721	764	548	674,14	168,54
224	7	1360	1334	1413	1348	1345	1354	1048	1314,57	187,80
225	4	1096	1014	1147	945	1164	1140	1034	1077,14	269,29
226	4	859	821	864	891	798	897	761	841,57	210,39
227	4	661	624	613	689	708	648	594	648,14	162,04
228	4	757	724	796	745	794	824	674	759,14	189,79
229	6	1255	1197	1243	1278	1198	1240	1048	1208,43	201,40
230	5	1229	1198	1245	1346	1341	1224	984	1223,86	244,77
231	3	572	549	532	601	516	645	465	554,29	184,76
232	4	768	764	679	731	764	794	981	783,00	195,75
233	4	664	521	643	598	594	548	649	602,43	150,61
234	4	846	813	861	796	864	994	794	852,57	213,14
235	5	845	801	867	896	954	869	518	821,43	164,29
236	7	1349	1320	1289	1332	1469	1389	954	1300,29	185,76
237	7	1320	1384	1346	1289	1320	1465	997	1303,00	186,14
238	4	1129	1205	1378	1216	1249	1386	1112	1239,29	309,82
239	5	1462	1336	1469	1248	1448	1624	1278	1409,29	281,86
240	6	1198	1164	1207	1148	1224	1147	1078	1166,57	194,43
<b>Promedio=</b>		<b>917</b>	<b>878</b>	<b>924</b>	<b>908</b>	<b>924</b>	<b>979</b>	<b>808</b>	<b>905</b>	<b>196,84</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,47%</b>	<b>13,85%</b>	<b>14,59%</b>	<b>14,32%</b>	<b>14,58%</b>	<b>15,45%</b>	<b>12,75%</b>	<b>100%</b>	

Realizado por: Julio Tipán





**Tabla 23:** Semana típica de consumo promedio - Zona 8 Ciudadela Bellavista.

 										
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 8 CDLA. BELLAVISTA										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (litr./hab./día)
241	4	632	534	621	638	597	689	520	604,43	151
242	6	1556	1521	1469	1568	1467	1598	1358	1505,29	251
243	3	473	420	398	425	465	597	388	452,29	151
244	7	1682	1610	1492	1587	1647	1784	1467	1609,86	230
245	8	1835	1812	1789	1864	1897	1910	1658	1823,57	228
246	8	1813	1864	1813	1754	1896	1754	1771	1809,29	226
247	5	1120	1002	1154	1254	1167	1345	795	1119,57	224
248	4	667	724	617	789	701	758	543	685,57	171
249	3	343	321	296	354	347	465	348	353,43	118
250	4	486	465	398	447	406	498	518	459,71	115
251	4	600	624	713	678	638	702	524	639,86	160
252	4	748	706	739	658	734	836	674	727,86	182
253	5	719	648	765	794	687	712	584	701,29	140
254	7	1521	1469	1546	1521	1604	1478	956	1442,14	206
255	9	2152	2104	2136	2036	2047	2448	1890	2116,14	235
256	4	563	521	668	598	532	624	469	567,86	142
257	5	1057	1102	1124	968	1178	1357	619	1057,86	212
258	4	1576	1527	1569	1478	1587	1624	1358	1531,29	383
259	3	447	425	476	358	497	584	379	452,29	151
260	4	586	539	617	569	469	641	347	538,29	135
261	5	631	618	687	637	647	789	448	636,71	127
262	5	696	625	689	598	647	347	497	585,57	117
263	6	1092	1069	1124	1264	1086	1346	657	1091,14	182
264	4	779	721	768	684	725	641	782	728,57	182
265	3	661	680	624	569	687	786	780	683,86	228
266	5	994	925	987	1005	1125	921	1039	999,43	200
267	7	1407	1489	1423	1410	1568	1621	924	1406,00	201
268	3	672	722	687	691	715	876	604	709,57	237
269	4	511	578	521	604	635	714	377	562,86	141
270	7	1766	1789	1634	1745	1721	1842	1842	1762,71	252
<b>Promedio=</b>		<b>993</b>	<b>972</b>	<b>985</b>	<b>985</b>	<b>1004</b>	<b>1076</b>	<b>837</b>	<b>979</b>	<b>189,20</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,49%</b>	<b>14,18%</b>	<b>14,37%</b>	<b>14,37%</b>	<b>14,65%</b>	<b>15,71%</b>	<b>12,22%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 24:** Semana típica de consumo promedio - Zona 9 Ciudadela Bellavista.

 										
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b>										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 9 CDLA. BELLAVISTA										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per cápita (litr./hab/día)
271	4	906	936	956	987	821	1025	757	912,57	228
272	5	920	1041	931	921	1012	1124	880	975,57	195
273	3	581	426	569	436	574	625	501	530,29	177
274	4	507	432	465	421	398	510	324	436,71	109
275	6	1917	1963	1896	1956	1867	2015	1756	1910,00	318
276	2	379	421	386	347	406	489	318	392,29	196
277	4	813	789	765	804	734	801	821	789,57	197
278	11	2110	2165	1998	2115	2169	2369	1860	2112,29	192
279	5	1002	1096	1125	1178	1224	1345	656	1089,43	218
280	4	708	695	724	763	741	689	584	700,57	175
281	5	1035	969	1086	1004	961	971	1069	1013,57	203
282	6	1119	1145	1186	1224	1196	1054	864	1112,57	185
283	4	816	834	876	905	842	978	509	822,86	206
284	3	561	541	568	538	420	694	342	523,43	174
285	4	795	651	698	725	668	728	851	730,86	183
286	5	739	878	791	784	854	761	915	817,43	163
287	4	815	811	863	845	936	721	804	827,86	207
288	4	826	778	836	814	869	610	647	768,57	192
289	4	481	347	402	465	398	501	364	422,57	106
290	5	707	685	734	712	765	861	568	718,86	144
291	5	919	875	936	876	921	819	971	902,43	180
292	5	924	910	963	978	1036	724	869	914,86	183
293	7	1482	1413	1478	1504	1467	1547	1142	1433,29	205
294	4	459	435	565	417	506	447	368	456,71	114
295	8	1650	1534	1641	1597	1647	1682	1467	1602,57	200
296	5	546	514	536	574	607	527	624	561,14	112
297	5	895	961	921	836	842	917	823	885,00	177
298	3	529	574	563	621	507	428	570	541,71	181
299	4	836	754	886	762	713	846	637	776,29	194
300	6	1217	1238	1189	1265	1304	1254	1014	1211,57	202
<b>Promedio=</b>		<b>906</b>	<b>894</b>	<b>918</b>	<b>912</b>	<b>914</b>	<b>935</b>	<b>796</b>	<b>896</b>	<b>183,92</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,45%</b>	<b>14,24%</b>	<b>14,63%</b>	<b>14,54%</b>	<b>14,56%</b>	<b>14,91%</b>	<b>12,68%</b>	<b>100%</b>	



Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 25:** Semana típica de consumo promedio - Zona 10 Ciudadela Oriente.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b> 										
“ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO.”										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 10 CDLA. ORIENTE										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per cápita (litr./hab/día)
301	3	571	532	561	601	598	699	435	571,00	190
302	7	1345	1324	1369	1289	1367	1485	1240	1345,57	192
303	5	966	933	987	964	1035	1145	764	970,57	194
304	2	425	478	334	417	508	469	485	445,14	223
305	6	1310	1304	1345	1369	1406	1502	964	1314,29	219
306	3	413	403	428	504	469	587	346	450,00	150
307	4	509	534	569	541	630	475	569	546,71	137
308	4	739	714	754	761	806	867	687	761,14	190
309	2	488	431	486	451	465	534	432	469,57	235
310	6	1256	1243	1197	1136	1207	1204	1035	1182,57	197
311	1	169	204	179	204	176	273	132	191,00	191
312	4	629	614	697	634	706	746	784	687,14	172
313	4	562	521	567	537	634	702	478	571,57	143
314	3	558	601	567	513	564	627	461	555,86	185
315	5	756	724	817	779	863	723	896	794,00	159
316	5	925	986	905	982	1037	1124	568	932,43	186
317	3	707	748	765	709	804	617	735	726,43	242
318	6	1052	1124	926	1047	986	146	813	870,57	145
319	5	971	905	934	961	978	1046	1125	988,57	198
320	4	624	617	599	621	637	521	761	625,71	156
321	5	989	754	837	867	941	932	987	901,00	180
322	4	1027	1036	1079	1036	1168	1248	932	1075,14	269
323	6	1223	1247	1195	1164	1254	1147	1251	1211,57	202
324	7	1323	1378	1258	1310	1389	1342	1289	1327,00	190
325	5	1135	1178	1146	1245	1168	1245	865	1140,29	228
326	4	835	864	893	847	862	947	642	841,43	210
327	2	325	310	369	408	426	341	487	380,86	190
328	3	624	678	643	715	764	648	517	655,57	219
329	6	1225	1206	1258	1147	1354	1125	1114	1204,14	201
330	4	725	684	743	641	774	821	847	747,86	187
<b>Promedio=</b>		<b>814</b>	<b>809</b>	<b>814</b>	<b>813</b>	<b>866</b>	<b>843</b>	<b>755</b>	<b>816</b>	<b>192,68</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,24%</b>	<b>14,16%</b>	<b>14,24%</b>	<b>14,24%</b>	<b>15,16%</b>	<b>14,75%</b>	<b>13,21%</b>	<b>100%</b>	

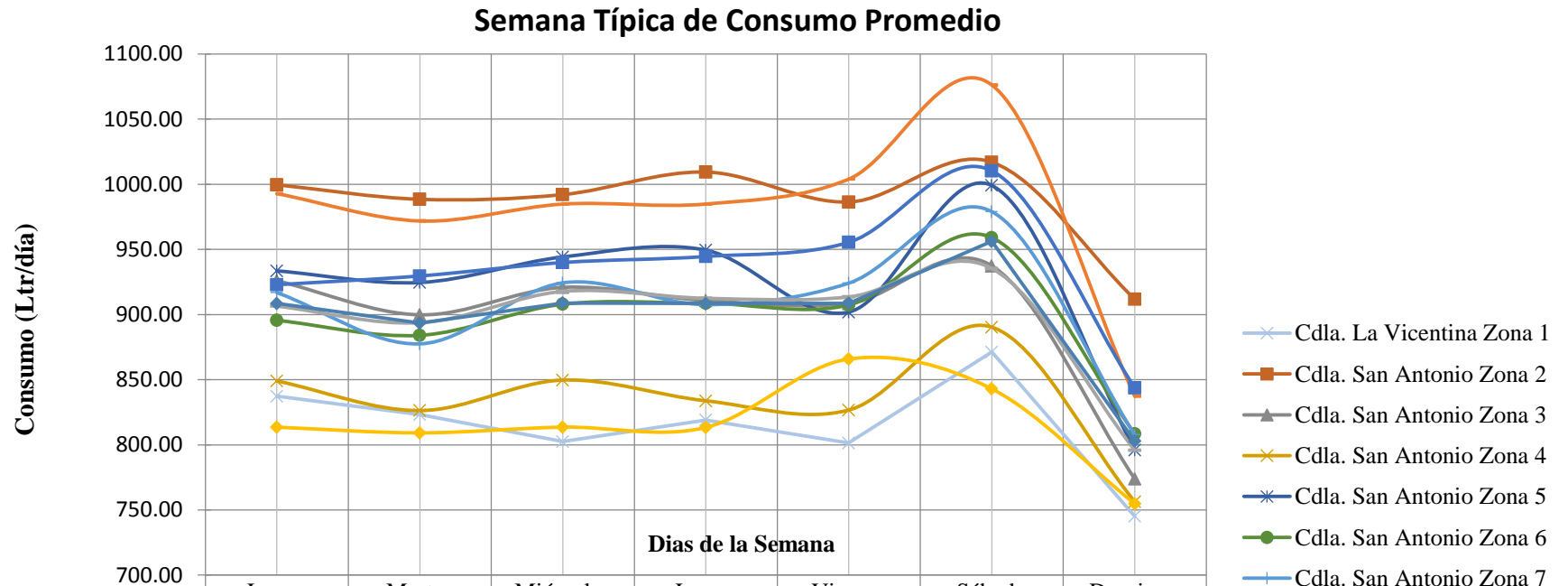
Realizado por: Julio Tipán

**Tabla 26:** Semana típica de consumo promedio - Zona 11 Ciudadela Oriente.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO</b> 										
"ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN SECTORES RESIDENCIALES DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA CURVA DE CONSUMO DIARIO."										
SEMANA TÍPICA DE CONSUMO PROMEDIO - ZONA 11 CDLA. ORIENTE										
Encuesta N°	N° Consumidores	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un Día (Ltrs.)	Consumo Per- cápita (ltr./hab/día)
331	4	736	817	836	878	714	978	410	767,00	192
332	5	826	798	821	864	894	967	624	827,71	166
333	8	1879	1814	1865	1842	1798	1965	1678	1834,43	229
334	4	704	764	721	806	824	765	714	756,86	189
335	5	991	921	936	987	1057	1147	698	962,43	192
336	10	2381	2347	2368	2318	2398	2410	2047	2324,14	232
337	4	645	689	647	634	687	761	594	665,29	166
338	8	1630	1654	1689	1601	1721	1689	1520	1643,43	205
339	7	1309	1347	1369	1305	1312	1399	1135	1310,86	187
340	3	487	450	437	469	507	604	421	482,14	161
341	4	677	667	647	698	724	689	731	690,43	173
342	6	1234	1286	1274	1234	1299	1340	1105	1253,14	209
343	3	469	421	468	478	501	536	431	472,00	157
344	4	779	741	796	834	762	611	886	772,71	193
345	5	1129	1089	969	1047	937	1089	963	1031,86	206
346	4	539	564	501	532	541	638	468	540,43	135
347	3	365	331	412	374	422	396	457	393,86	131
348	5	1015	1068	1124	1036	1078	1120	813	1036,29	207
349	4	963	932	996	1025	987	1124	754	968,71	242
350	5	1072	1035	1068	1124	1089	1176	841	1057,86	212
351	4	643	624	684	709	724	668	721	681,86	170
352	5	818	938	871	789	934	836	886	867,43	173
353	4	609	731	611	635	791	824	758	708,43	177
354	4	699	624	723	635	674	765	723	691,86	173
355	8	1575	1524	1583	1602	1574	1598	1487	1563,29	195
356	4	513	547	569	624	517	638	647	579,29	145
357	4	713	746	789	815	776	864	664	766,71	192
358	6	1022	1124	1068	1135	986	1147	965	1063,86	177
359	4	439	421	487	506	467	567	387	467,71	117
360	4	826	874	869	801	968	998	784	874,29	219
<b>Promedio=</b>		<b>923</b>	<b>930</b>	<b>940</b>	<b>945</b>	<b>955</b>	<b>1010</b>	<b>844</b>	<b>935</b>	<b>184,16</b>
<b>Porcentaje=</b>		<b>14,10%</b>	<b>14,20%</b>	<b>14,36%</b>	<b>14,43%</b>	<b>14,59%</b>	<b>15,43%</b>	<b>12,89%</b>	<b>100%</b>	

Realizado por: Julio Tipán

Gráfico 25: Semana Típica de consumo - Red Panimboza.



	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Cdla. La Vicentina Zona 1	837.29	823.29	802.49	819.06	801.37	871.23	745.17
Cdla. San Antonio Zona 2	999.60	988.46	992.06	1009.40	986.37	1016.97	911.74
Cdla. San Antonio Zona 3	925.97	899.80	920.86	910.77	908.57	937.40	773.80
Cdla. San Antonio Zona 4	849.03	826.29	849.69	833.80	826.69	890.34	756.31
Cdla. San Antonio Zona 5	933.54	924.57	944.20	949.46	901.91	999.09	796.03
Cdla. San Antonio Zona 6	895.57	884.03	907.91	908.63	907.31	959.06	808.40
Cdla. San Antonio Zona 7	916.83	877.50	924.33	907.63	924.10	978.97	807.67
Cdla. Bellavista Zona 8	992.83	971.80	984.80	984.83	1003.97	1076.23	837.20
Cdla. Bellavista Zona 9	906.47	893.70	917.77	912.47	913.50	935.40	795.83
Cdla. Oriente Zona 10	813.53	809.17	813.57	813.33	865.87	842.93	754.70
Cdla. Oriente Zona 11	922.90	929.60	939.93	944.57	955.43	1010.30	843.73
PROMEDIO	908.51	893.47	908.87	908.54	908.65	956.17	802.78

Realizado por: Julio Tipán

#### 4.2.3.2 CURVA DE CONSUMO PER- CÁPITA PROMEDIO

Los valores de consumo per-cápita obtenidos serán de gran utilidad para el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente, así como para hacer una comparación con el valor de consumo per-cápita con el cual los ingenieros de la EP-EMAPA utilizan para realizar el diseño de una nueva red de distribución.

El consumo diario per-cápita resulta de dividir el volumen promedio de agua consumida en un día para el número de consumidores de cada vivienda.

A continuación mostraremos una tabla con el resumen de los valores promedio de consumo per-cápita obtenidos en cada zona de estudio:

**Tabla 27:** Consumo promedio per-cápita de la Zona 1 a la Zona 11.

<b>Valores Promedio de Consumo Per-cápita (Ltrs*Hab./día)</b>	
Cdla. La Vicentina Zona 1	181,83
Cdla. San Antonio Zona 2	185,97
Cdla. San Antonio Zona 3	182,91
Cdla. San Antonio Zona 4	189,32
Cdla. San Antonio Zona 5	190,22
Cdla. San Antonio Zona 6	193,20
Cdla. San Antonio Zona 7	196,84
Cdla. Bellavista Zona 8	189,20
Cdla. Bellavista Zona 9	183,92
Cdla. Oriente Zona 10	192,68
Cdla. Oriente Zona 11	184,16

**Realizado por:** Julio Tipán

En los diseños de redes de distribución de agua potable de la EMPA utilizan un valor de Consumo Per-cápita de 190 (Ltrs/Hab. /Día) para sus diseños de redes de distribución, cabe mencionar que este valor varia en relación directa al tamaño de la población.

Como de mostro en la **Tabla 1**, las Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes del C.E.C, recomiendan valores de dotación con respecto al tipo de clima y el número de habitantes, y que para nuestro caso de estudio corresponde a un clima templado con una población que se encuentra en el rango de 5000 a 50000 habitantes, el valor de Dotación recomendado es de 190 a 220 (Ltrs/Hab. /Día).

En este estudio en las diferentes zonas se obtuvo un valor de dotación mínimo de 182 Ltrs/Hab. /Día, y un valor de dotación máximo de 197 Ltrs/Hab. /Día, por lo que se puede indicar que el estudio se encuentra en el rango que la norma mencionada anteriormente recomienda, debido a que el número total de habitantes del área en estudio se estima que sobrepasa los 5000 Habitantes.

Con los valores promedio de consumo per-cápita se procedió a generar perfiles típicos de consumo diario promedio en franjas de una hora para cada zona de estudio, las mismas que se obtuvieron a partir de los porcentajes promedio del caudal que sale diariamente del tanque de distribución Panimboza, cabe recalcar que los porcentajes promedio de caudal utilizados para realizar las curvas de consumo per-cápita son los del año 2016 debido a que el Macro medidor instalado a la salida del tanque de almacenamiento se encontraba descompuesto al momento de realizar este estudio, con estos datos históricos se realizó un promedio en cada hora de salida para obtener la siguiente tabla de caudales promedios y porcentajes de salida:

**Tabla 28:** Caudales de distribución promedio a la red Panimboza en un día.

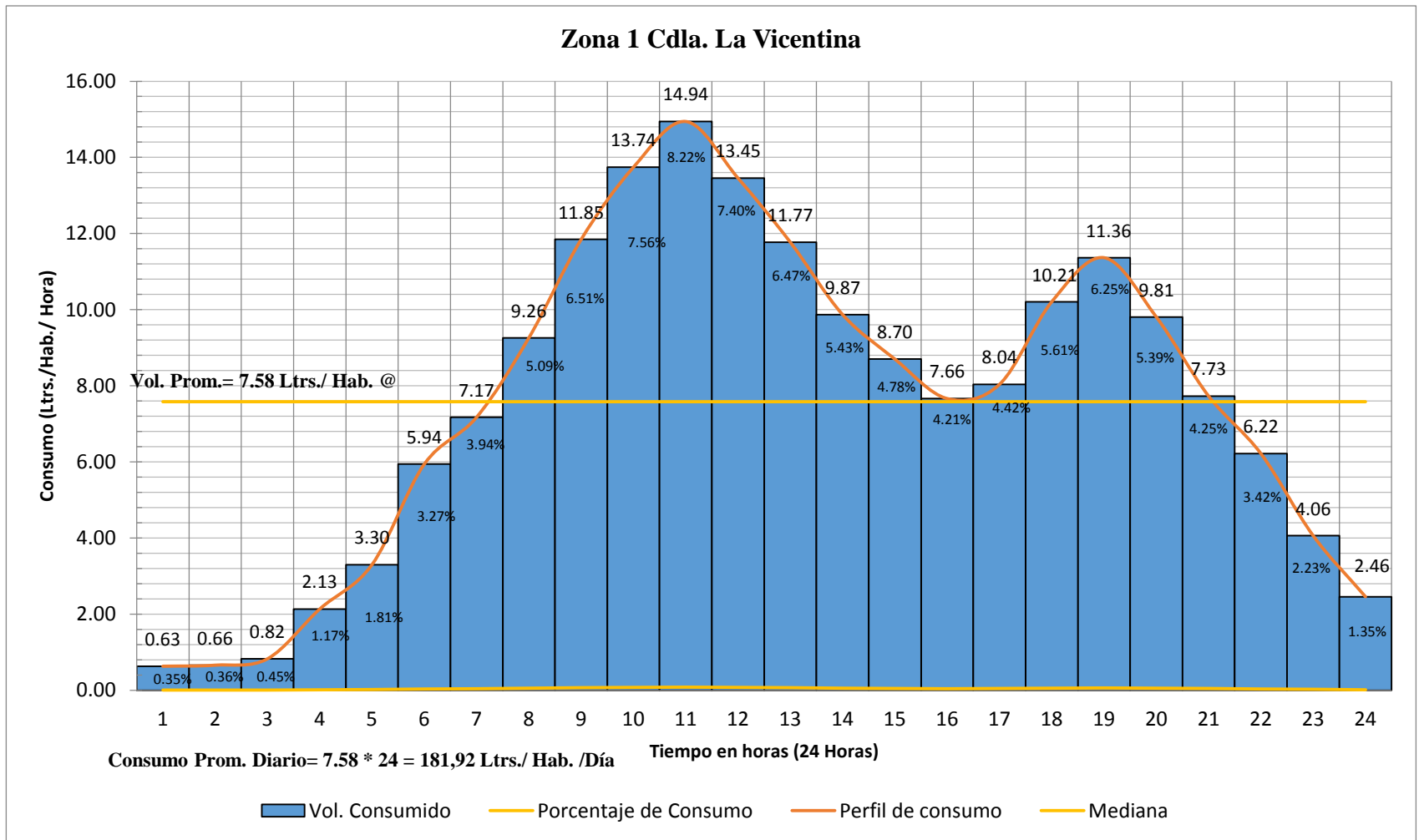
<b>CAUDALES DE DISTRIBUCIÓN PROMEDIO EN UN DIA - RED DE DISTRIBUCIÓN PANIMBOZA</b>		
<b>HORA</b>	<b>CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN PROMEDIO (M3/Hora)</b>	<b>% DE DISTRIBUCIÓN PROMEDIO</b>
1:00 AM	8.155	0.34
2:00 AM	8.557	0.36
3:00 AM	10.731	0.45
4:00 AM	27.764	1.17
5:00 AM	42.944	1.81
6:00 AM	77.314	3.27
7:00 AM	93.340	3.94
8:00 AM	120.496	5.09
9:00 AM	154.159	6.51
10:00 AM	178.837	7.56
11:00 AM	194.466	8.22
12:00 PM	175.103	7.40
1:00 PM	153.180	6.47
2:00 PM	128.436	5.43
3:00 PM	113.216	4.78
4:00 PM	99.723	4.21
5:00 PM	104.573	4.42
6:00 PM	132.827	5.61
7:00 PM	147.886	6.25
8:00 PM	127.609	5.39
9:00 PM	100.570	4.25
10:00 PM	80.898	3.42
11:00 PM	52.829	2.23
12:00 AM	31.973	1.38
<b>Σ</b>	<b>2.365,59</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** EP- EMAPA, 2016.

A continuación se muestran las curvas de consumo per-cápita que se obtuvieron en base a los datos mostrados anteriormente.

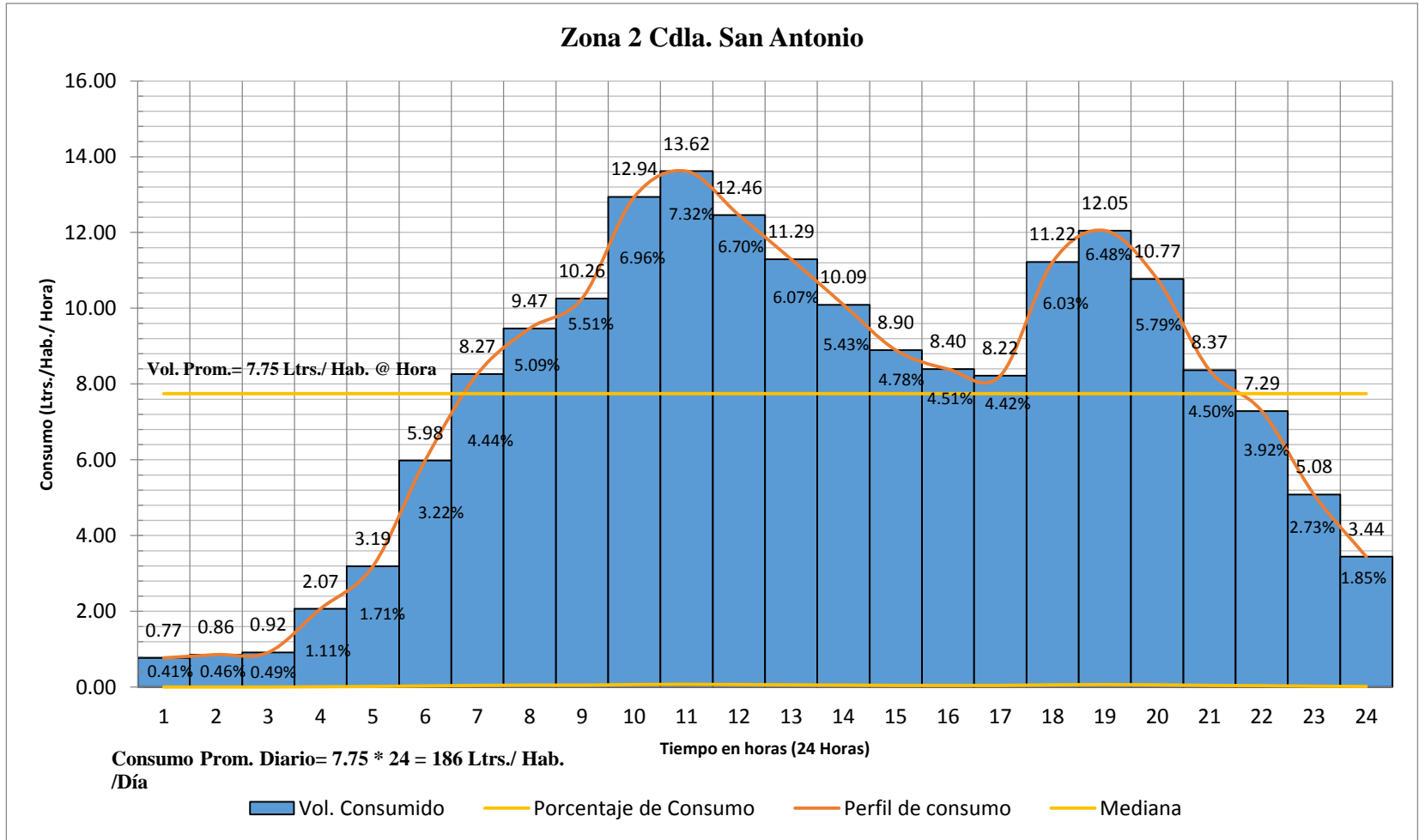


**Gráfico 26:** Curva de consumo Per-cápita Promedio



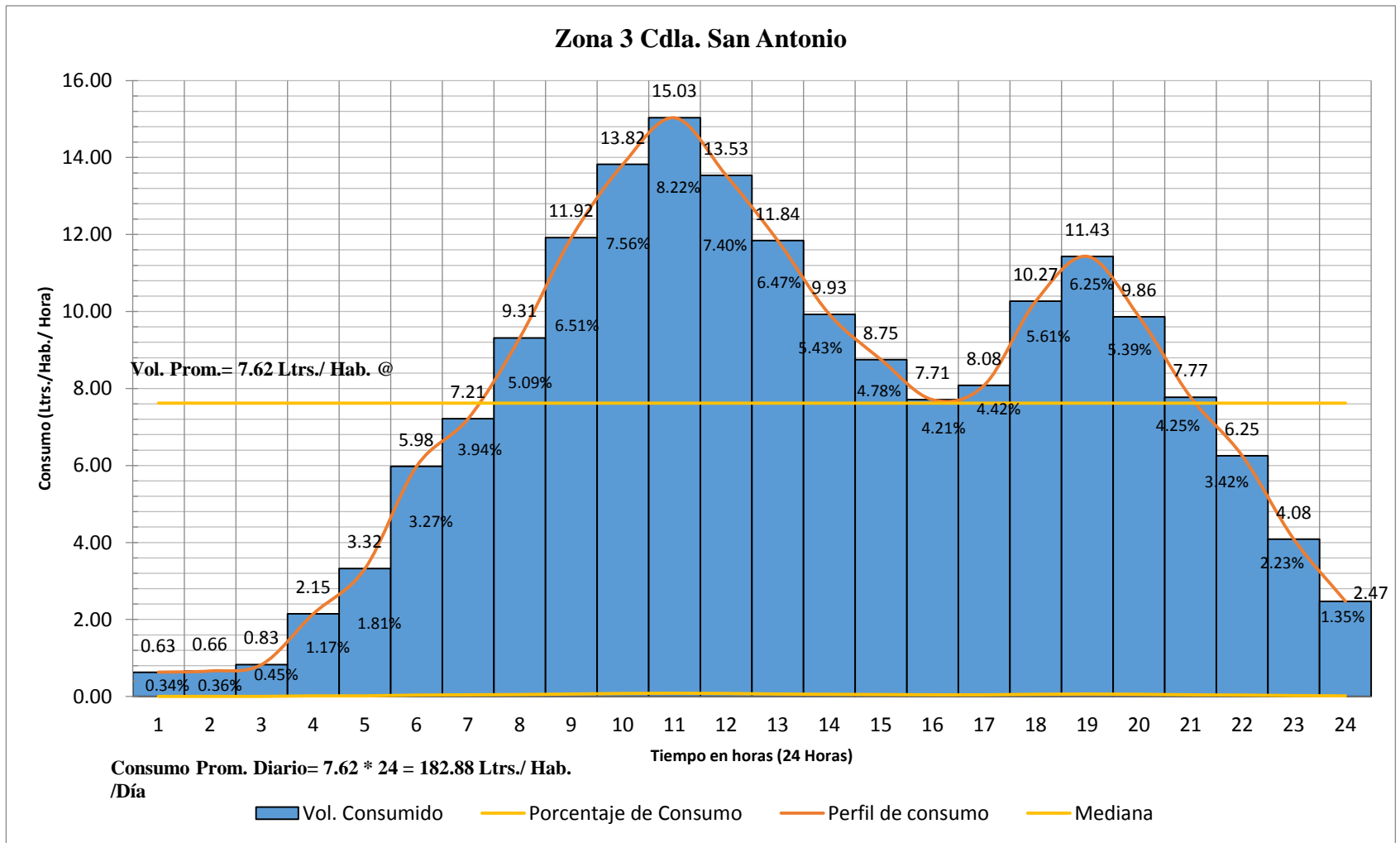
**Realizado por:** Julio Tipán

**Gráfico 27: Curva de consumo Per-cápita Promedio – Zona 2.**



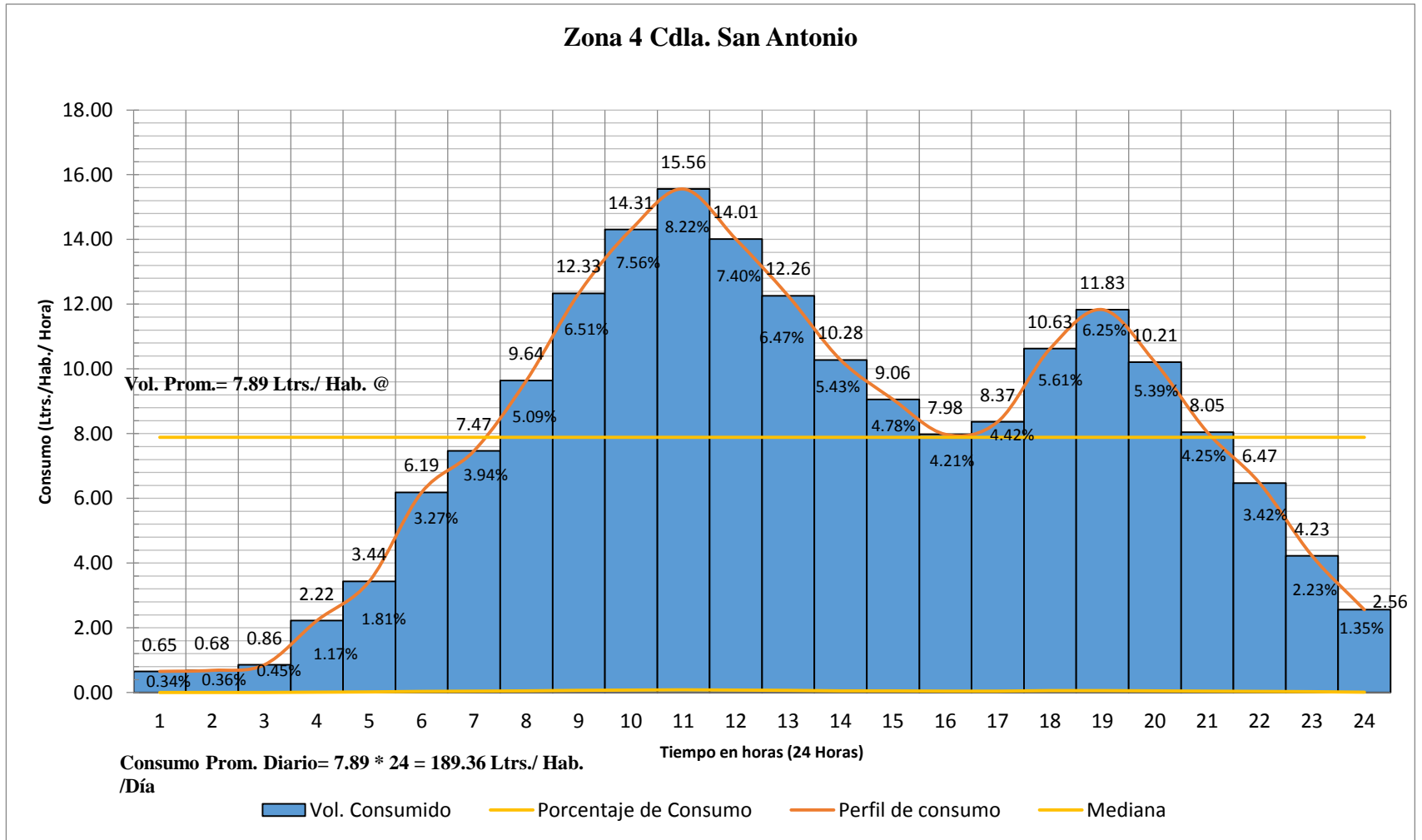
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 28:** Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 3.



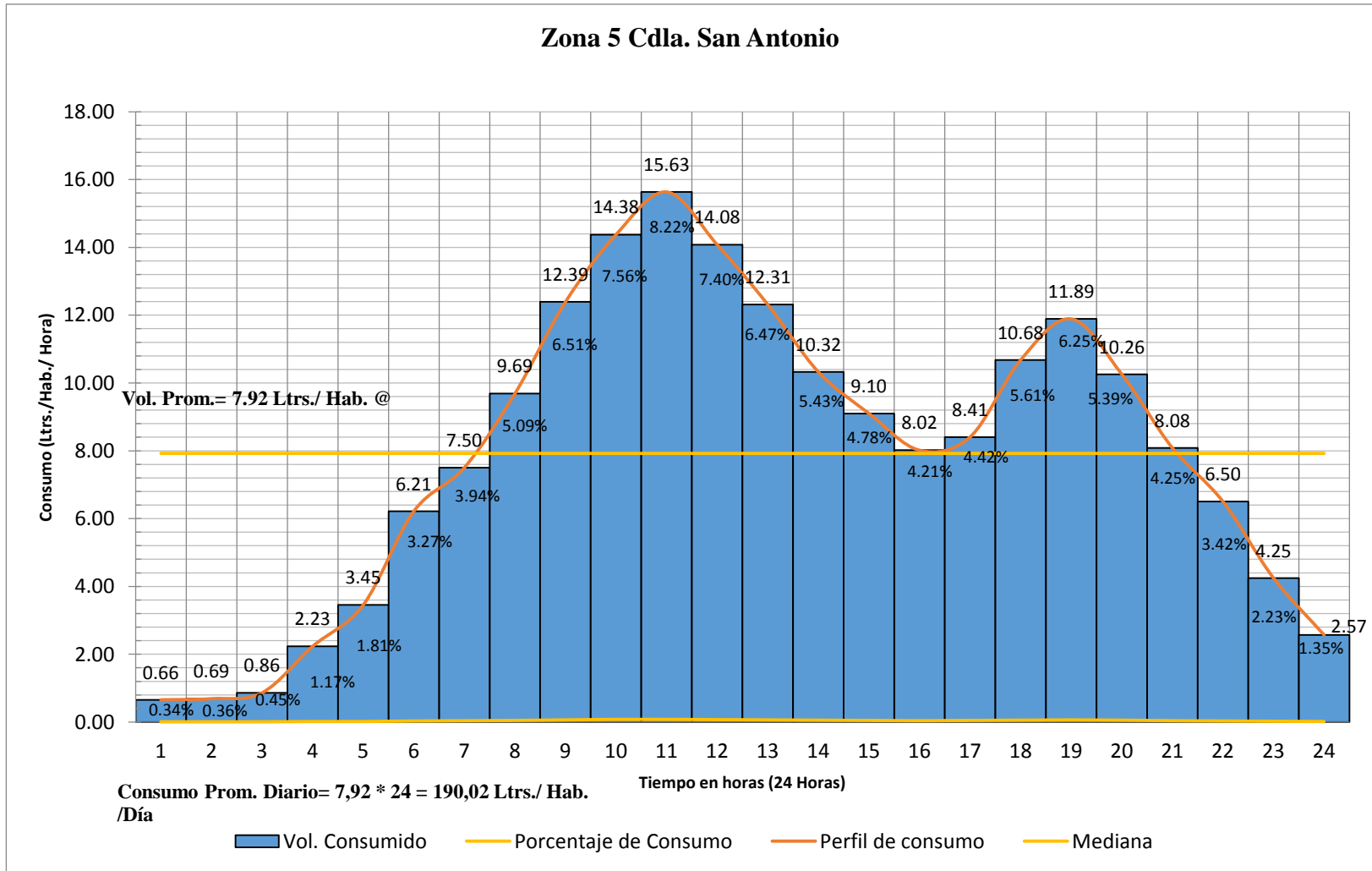
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 29:** Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 4.



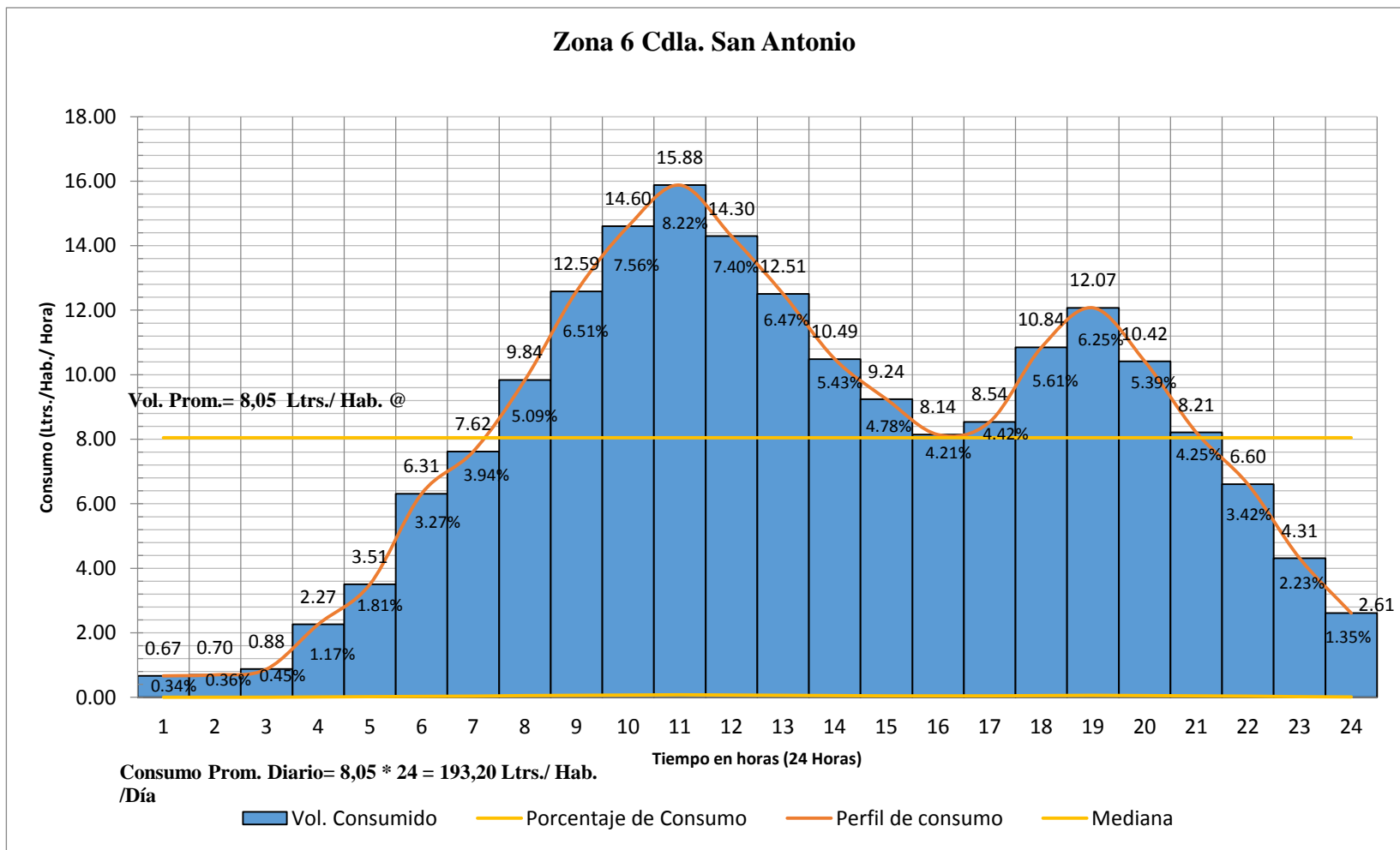
**Realizado por:** Julio Tipán

**Gráfico 30:** Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 5.



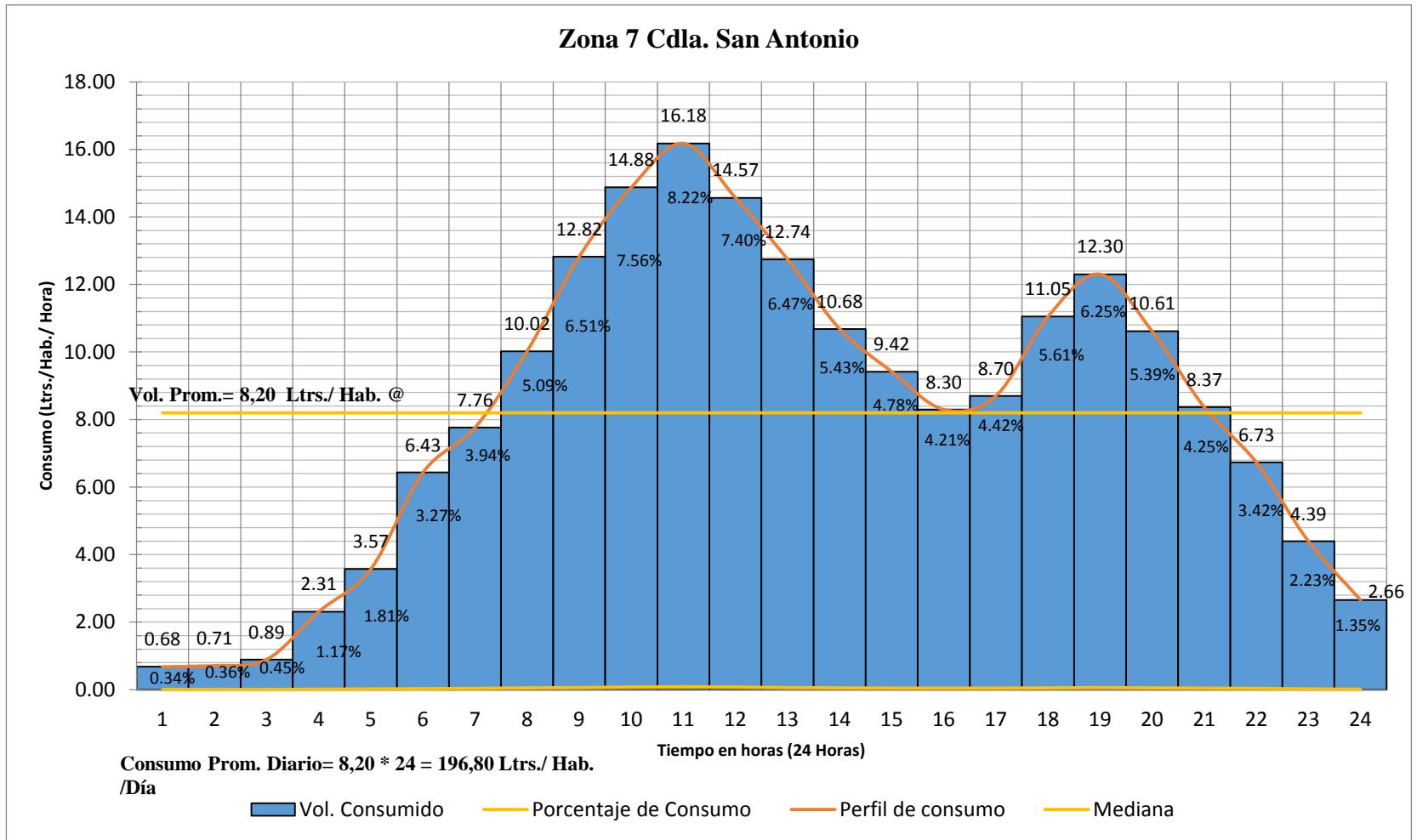
**Realizado por:** Julio Tipán

**Gráfico 31:** Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 6.



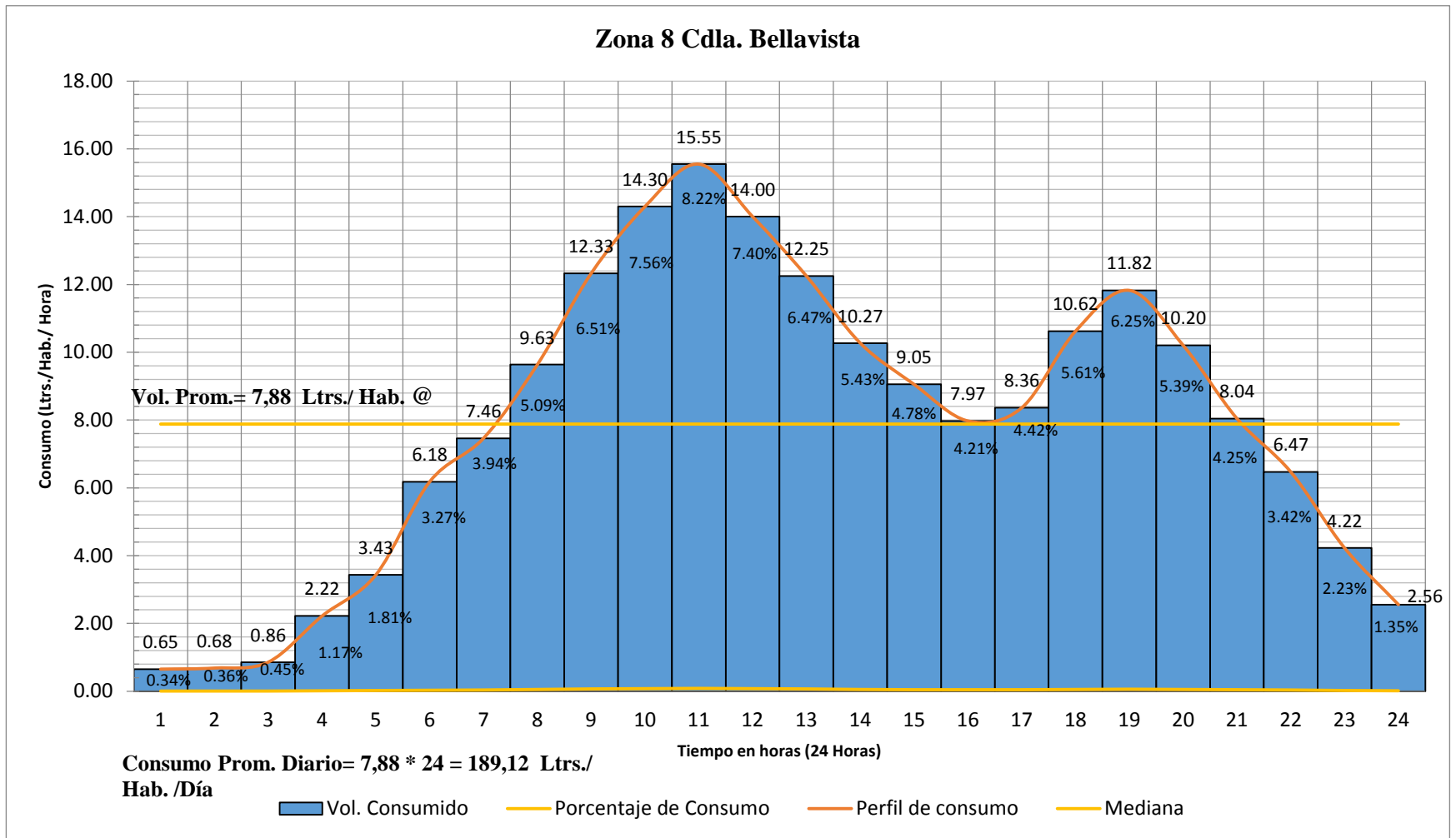
**Realizado por:** Julio Tipán

**Gráfico 32:** Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 7.



**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 33:** Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 8.

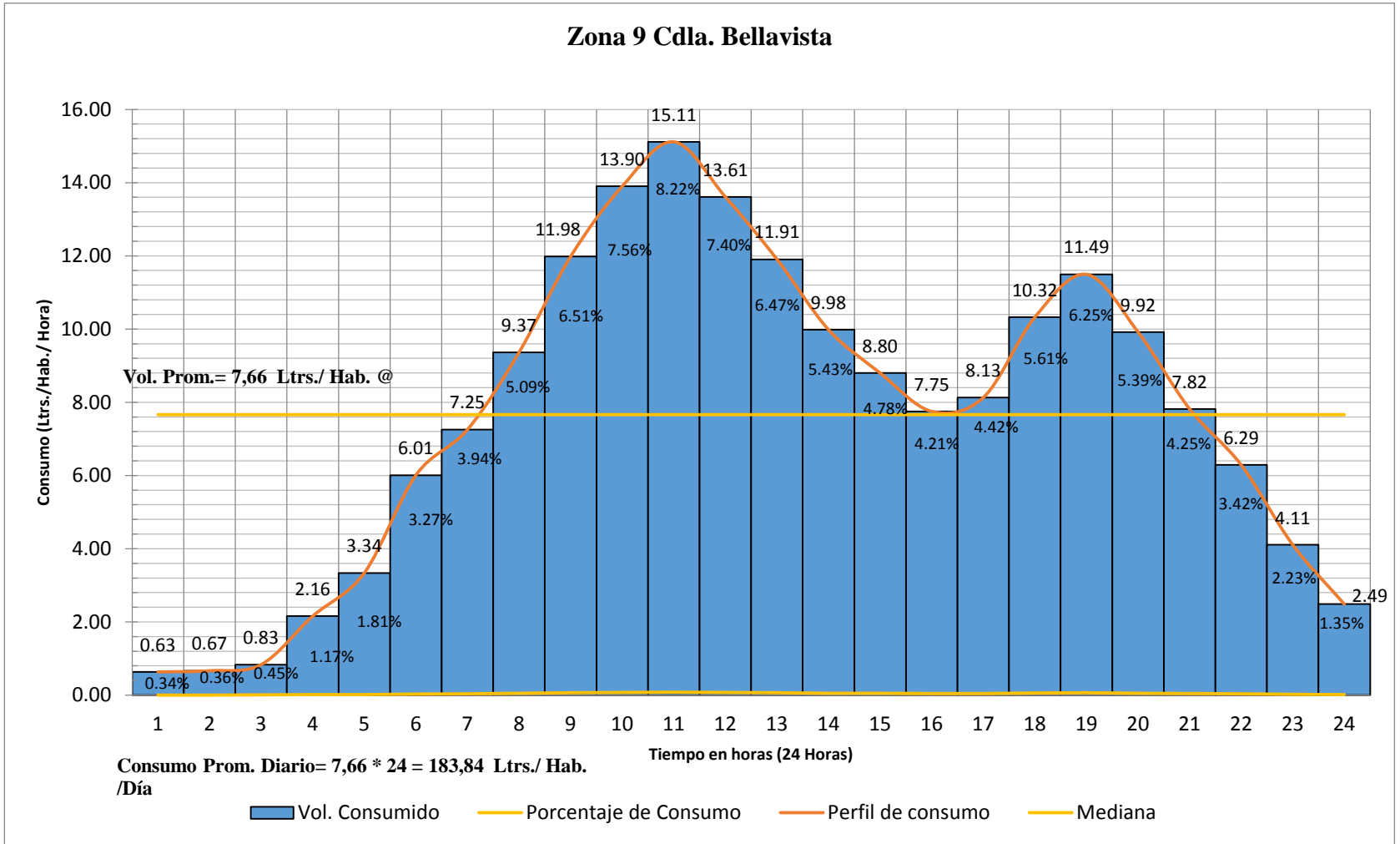


**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 34: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 9**

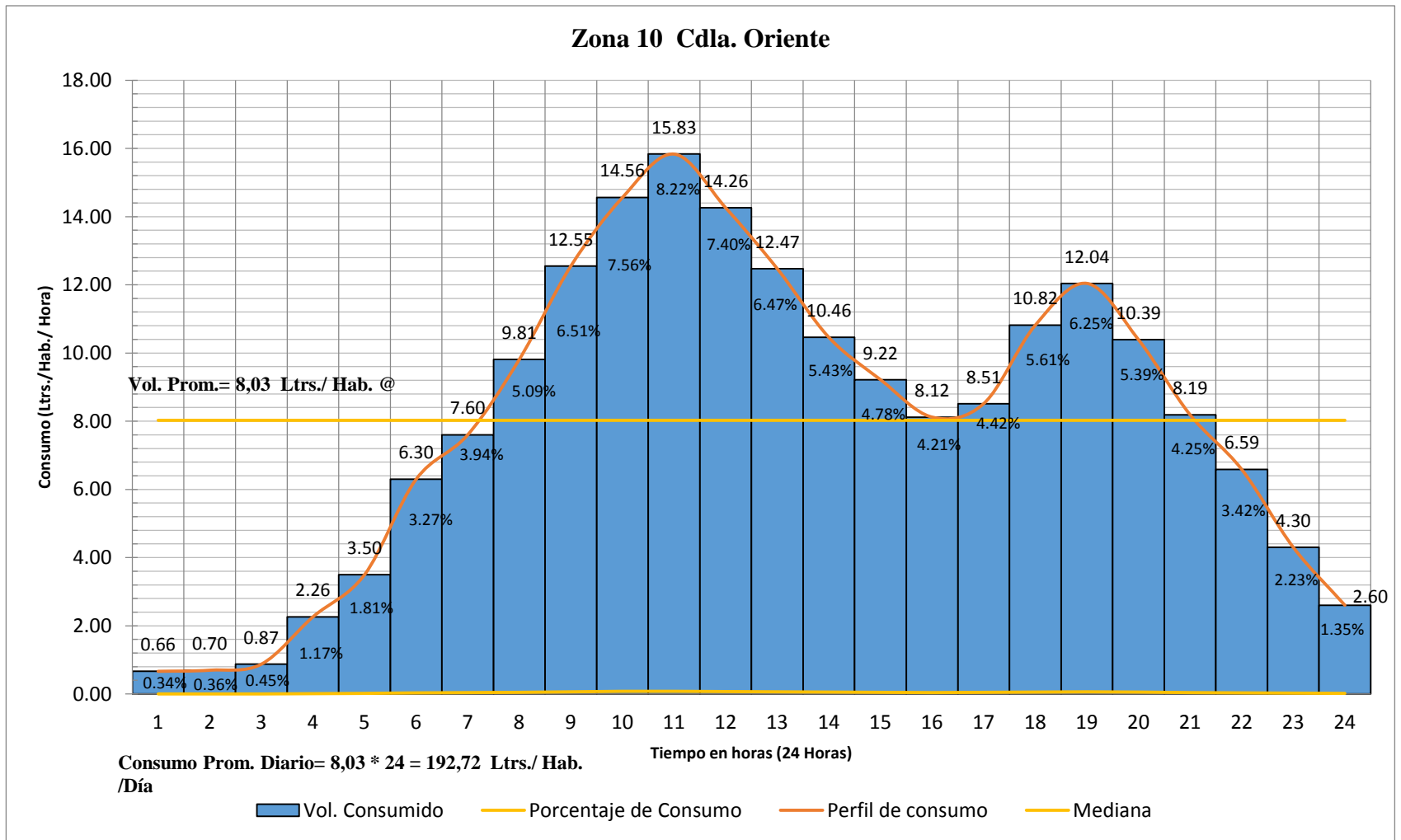


### Zona 9 Cdla. Bellavista



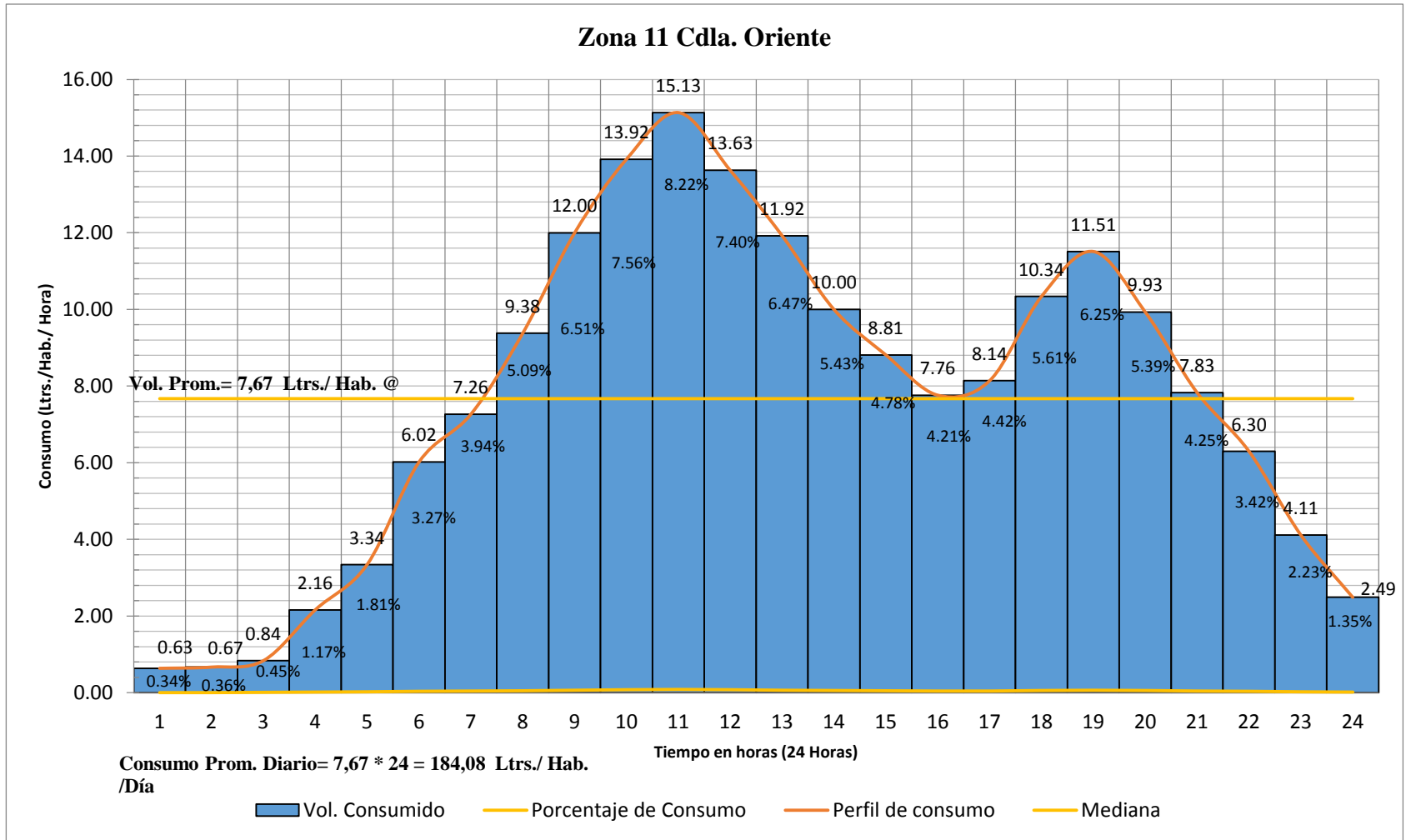
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 35: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 10.**



**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 36: Curva de consumo Per-cápita Promedio - Zona 11.**



**Realizado por: Julio Tipán**

## **INTERPRETACIÓN:**

Analizando las figuras anteriores, se puede observar como el consumo típico de un usuario produce un perfil con dos picos de consumo, el primer pico y el mayor se presenta entre las 10:00 am y 13:00 pm que se puede relacionar con los hábitos de preparación del almuerzo; el segundo pico se presenta entre las 18:00 pm y 20:00 pm que puede relacionarse con los hábitos de la merienda.

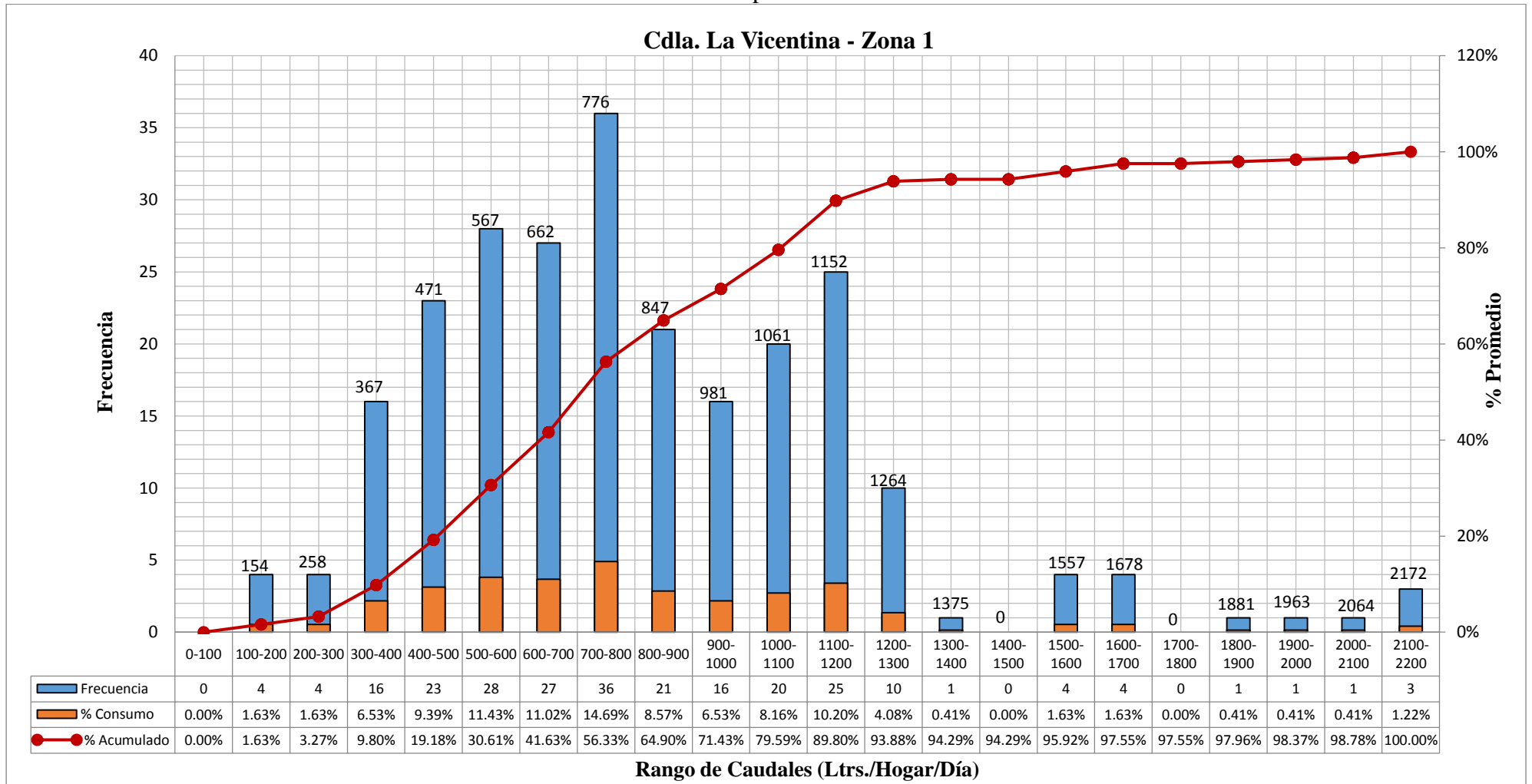
En las horas de la mañana entre las 5:00 am y 9:00 am también existe un consumo que puede relacionarse con los hábitos del desayuno y el consumo para el aseo personal. Entre las 12:00 de la noche y las 04:00 am se produce un consumo pequeño que puede relacionarse con los hábitos del uso de inodoros y en algunos casos en los que se puede presentar fugas en las tuberías debido a la presión a la que está expuesta.

### **4.2.3.3 PATRONES DE CONSUMO**

Para la determinación de los patrones de consumo se utilizaron todos los datos de consumo obtenidos en la semana típica de consumo, y con la ayuda de la herramienta Análisis de datos del software Microsoft Excel se procedió a generar graficas en las que se muestran los rangos de caudales, la frecuencia, los porcentajes parciales y acumulados de caudal que se consume en cada zona de estudio.

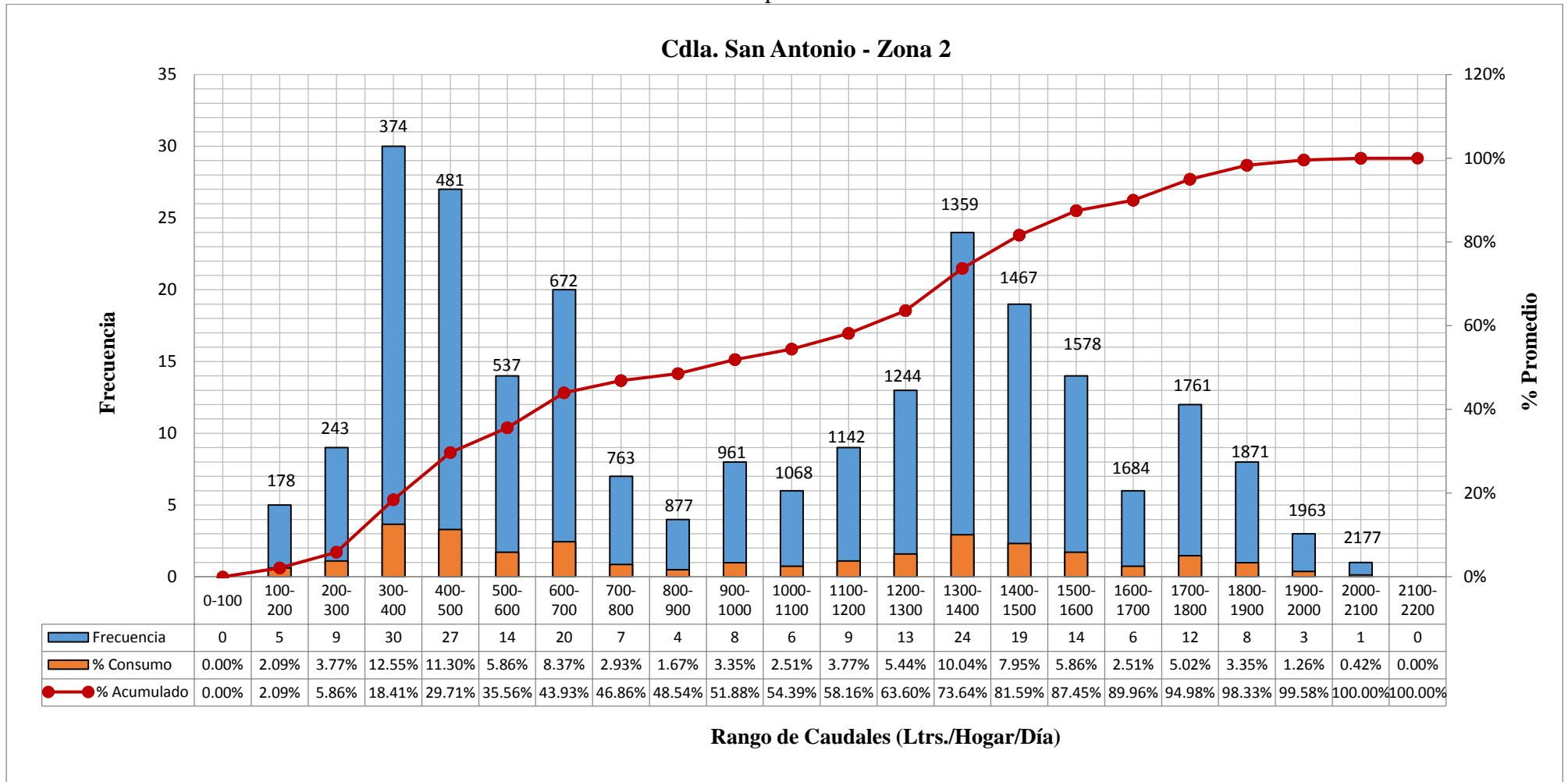
La amplitud de caudal que se utilizó para cada rango fue de 100 Ltrs. con el objetivo de tener un mayor número de intervalos de clase que permitan discretizar de mejor manera los rangos de caudal consumido y que representaremos mediante barras con el respectivo rango y porcentaje de consumo para cada zona de estudio.

**Gráfico 37: Patrones de consumo promedio diario - Zona 1.**



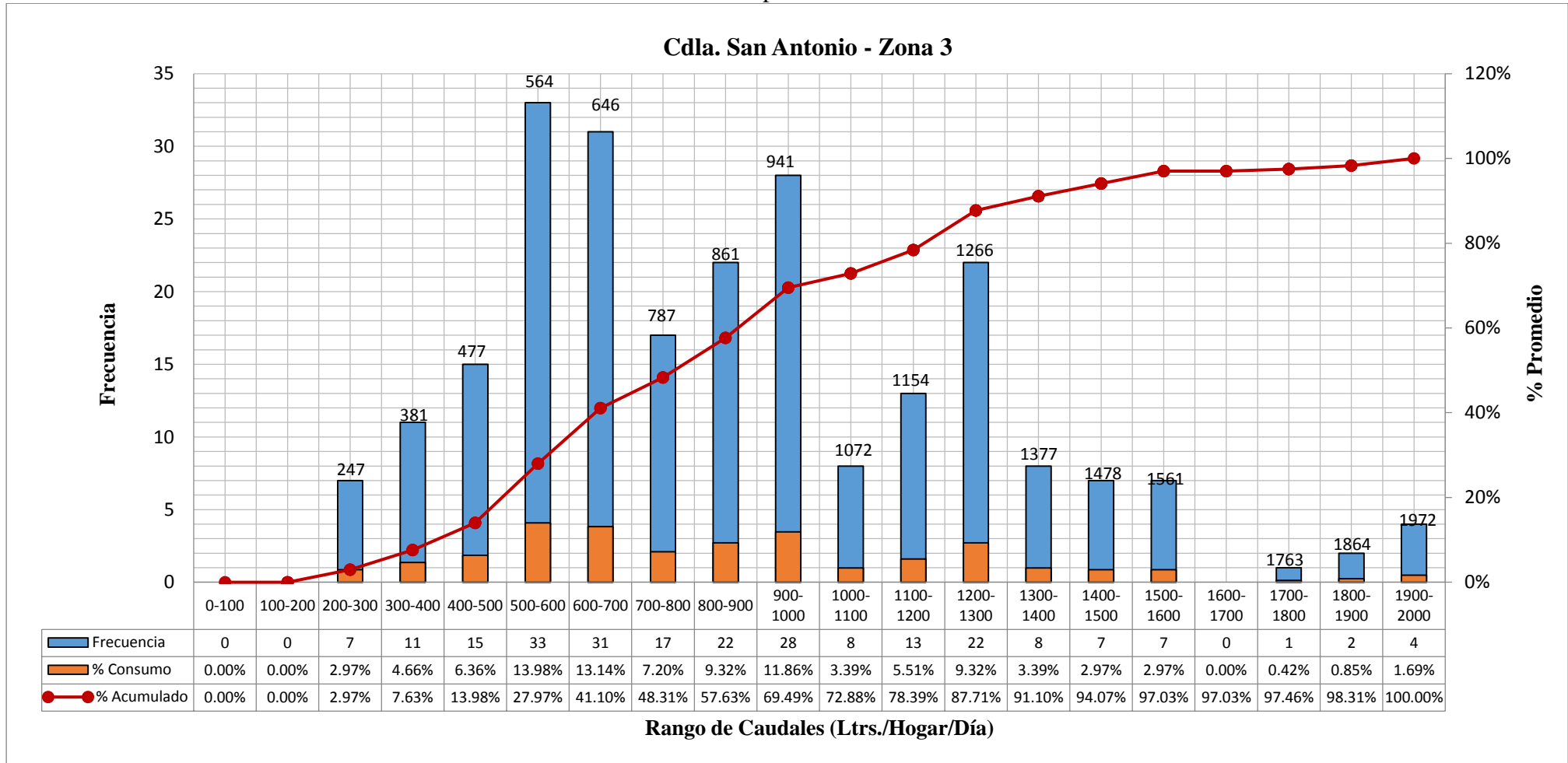
Realizado por: Julio Tipán

**Gráfico 38: Patrones de consumo promedio diario - Zona 2.**

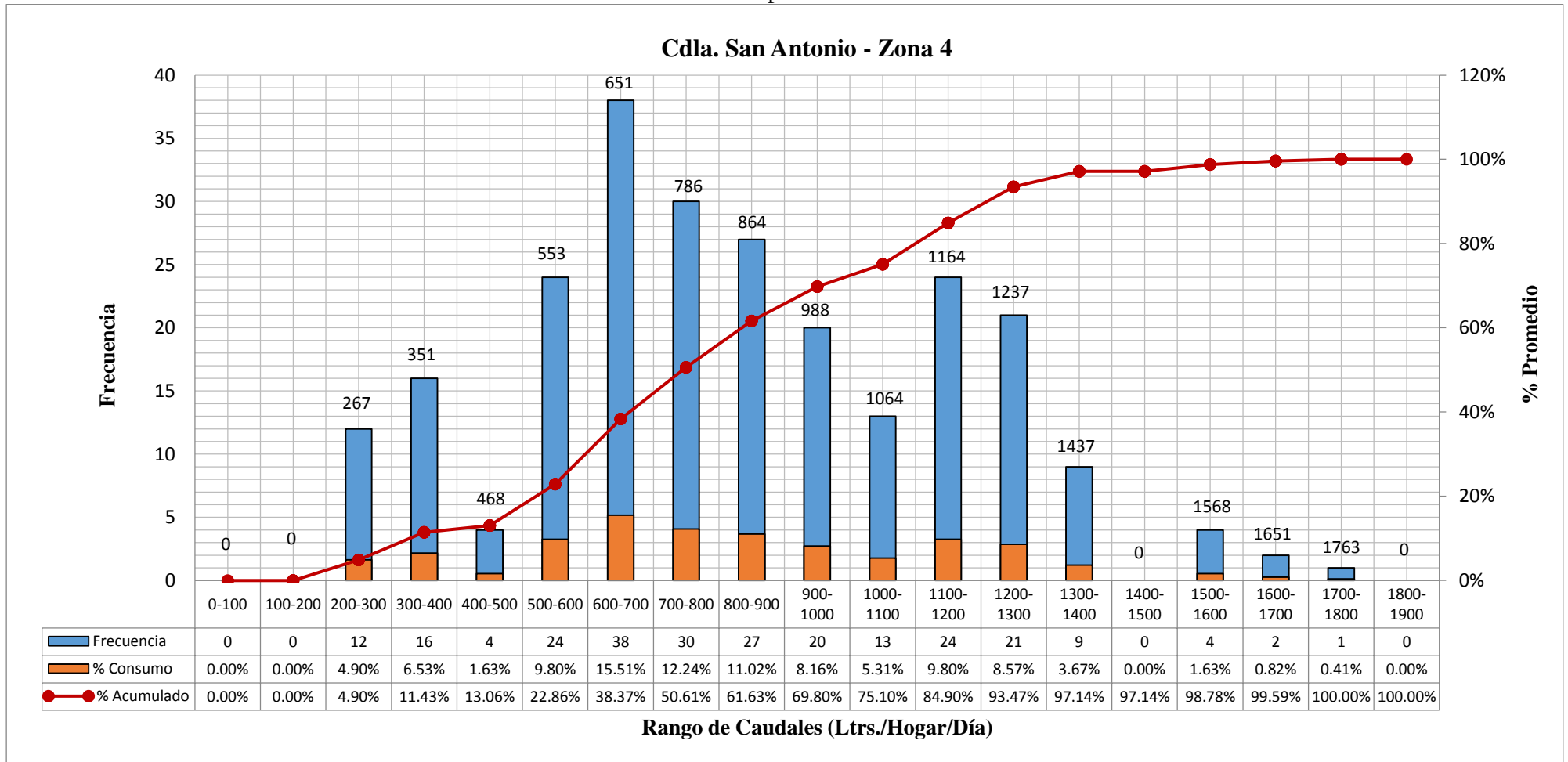


**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 39: Patrones de consumo promedio diario - Zona 3.**



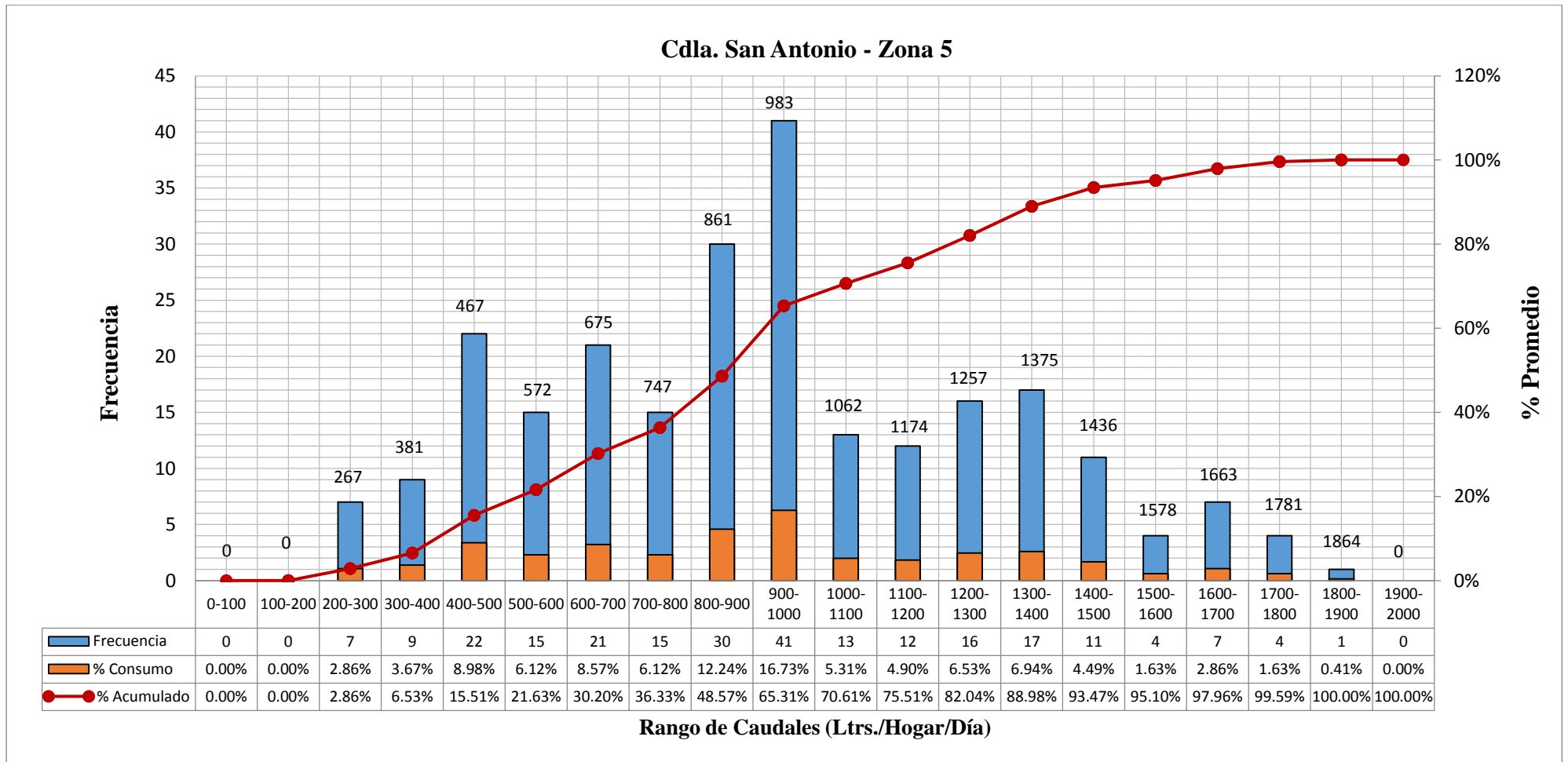
**Gráfico 40: Patrones de consumo promedio diario - Zona 4.**



**Realizado por: Julio Tipán**

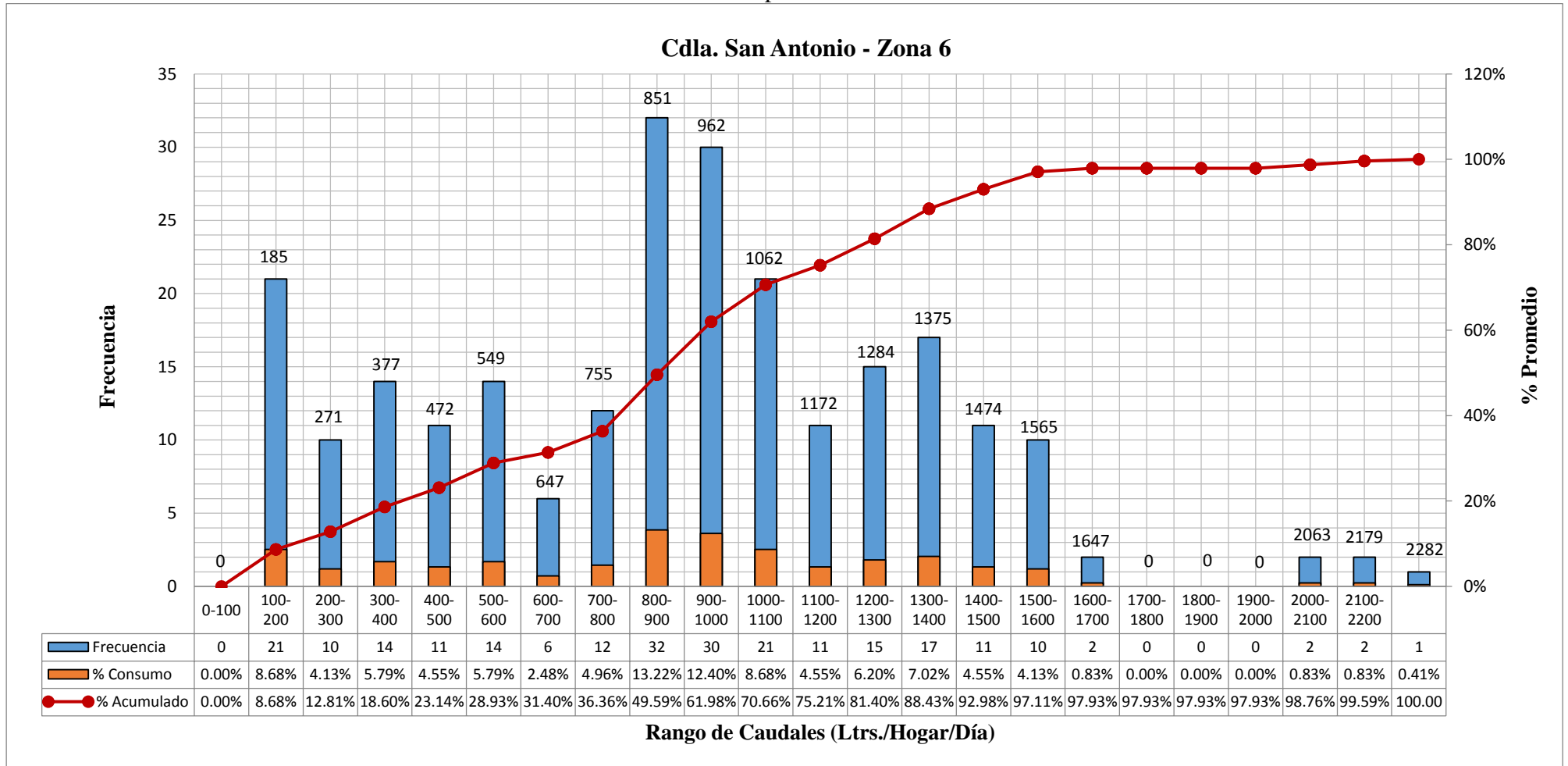


**Gráfico 41: Patrones de consumo promedio diario - Zona 5.**



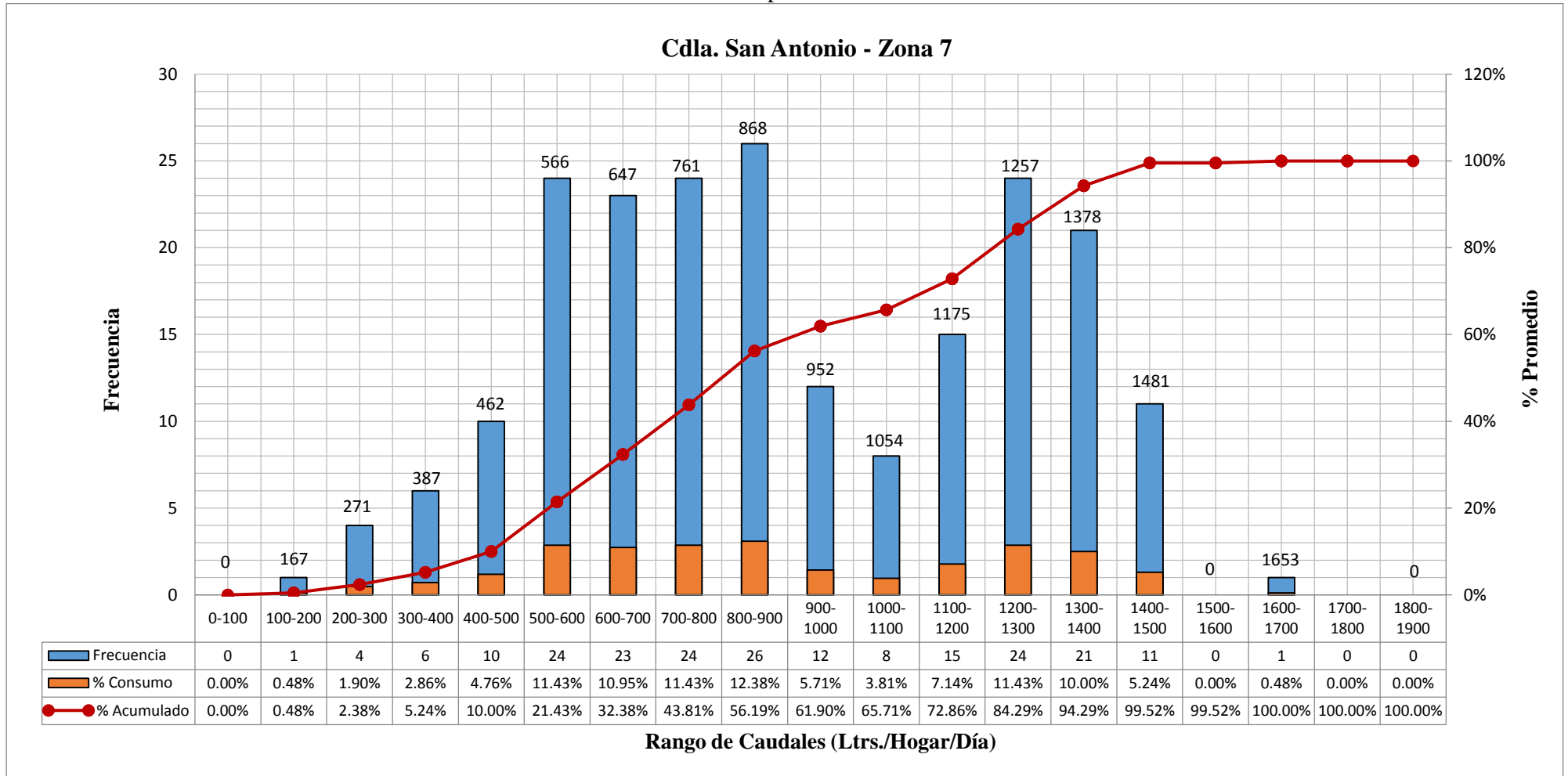
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 42: Patrones de consumo promedio diario - Zona 6.**



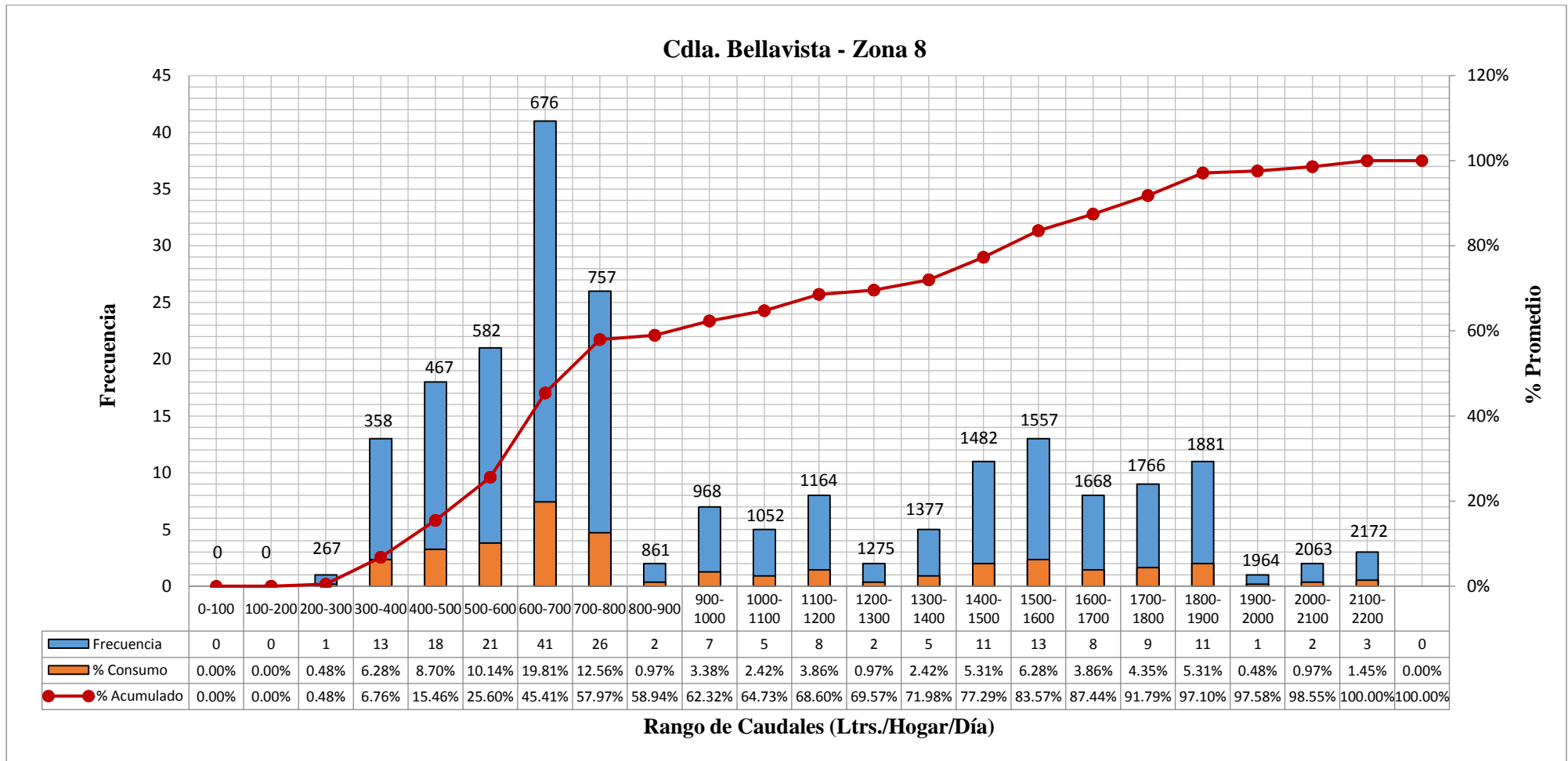
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 43: Patrones de consumo promedio diario - Zona 7.**



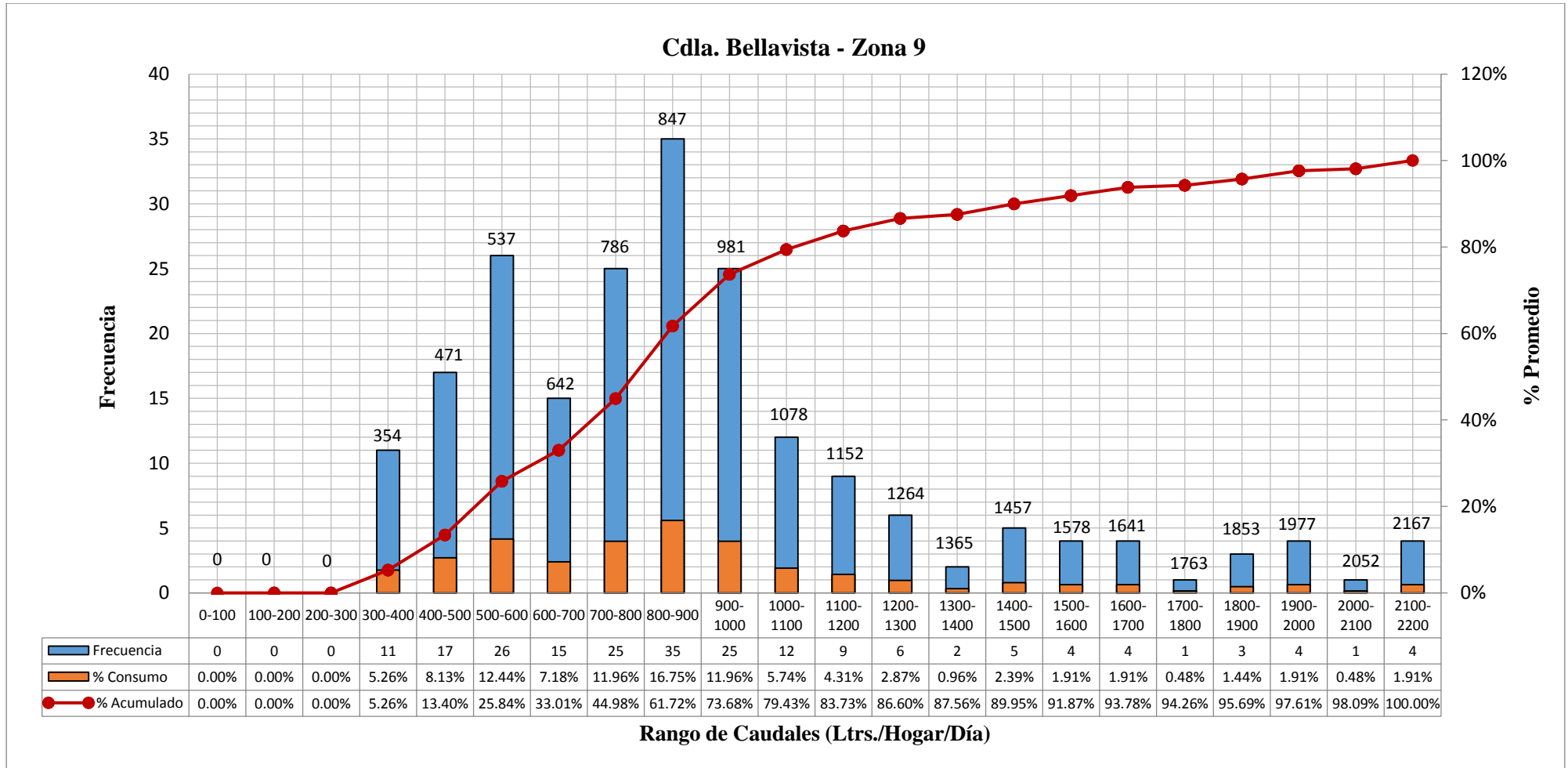
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 44: Patrones de consumo promedio diario - Zona 8.**



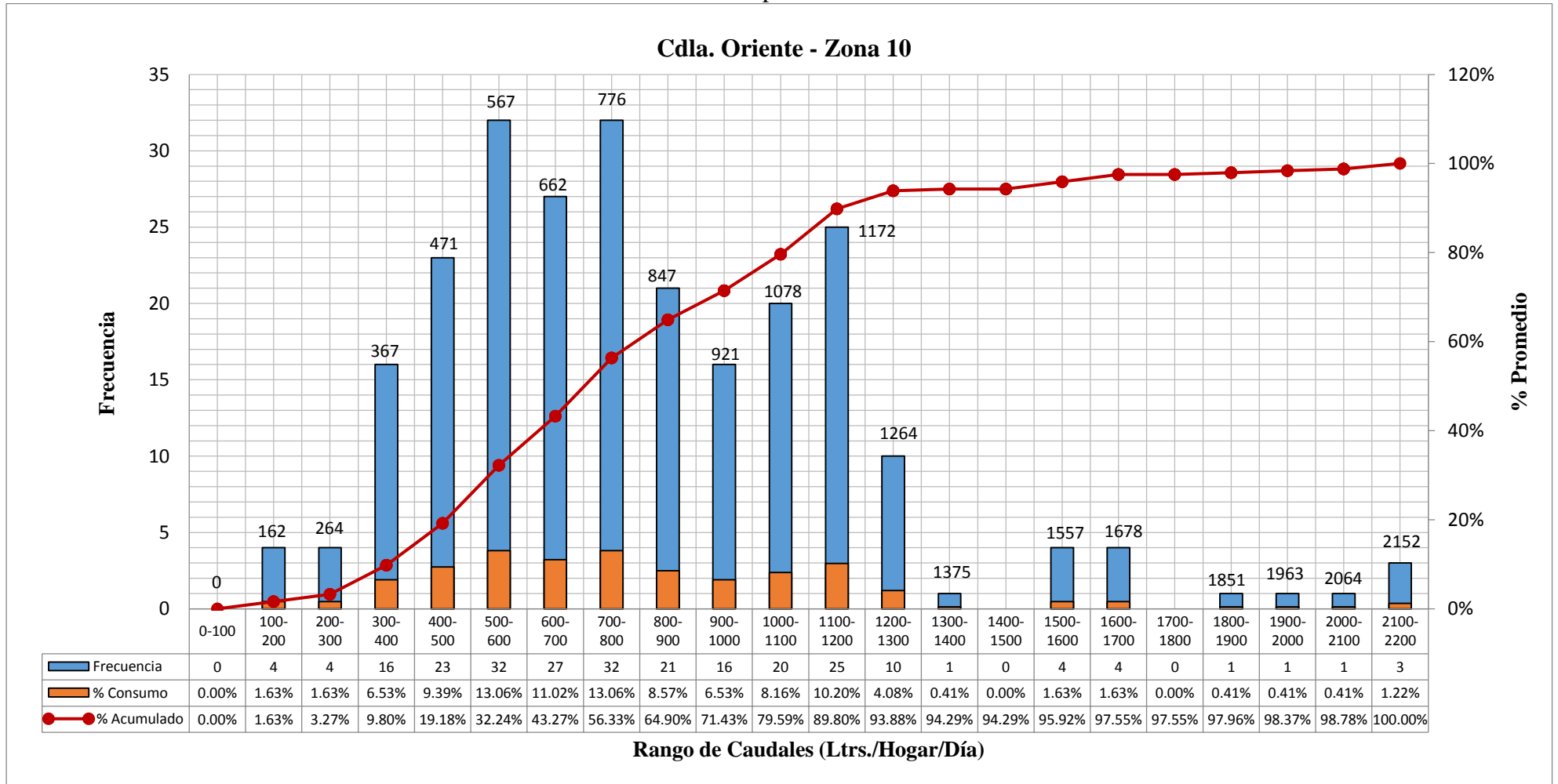
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 45: Patrones de consumo promedio diario - Zona 9.**



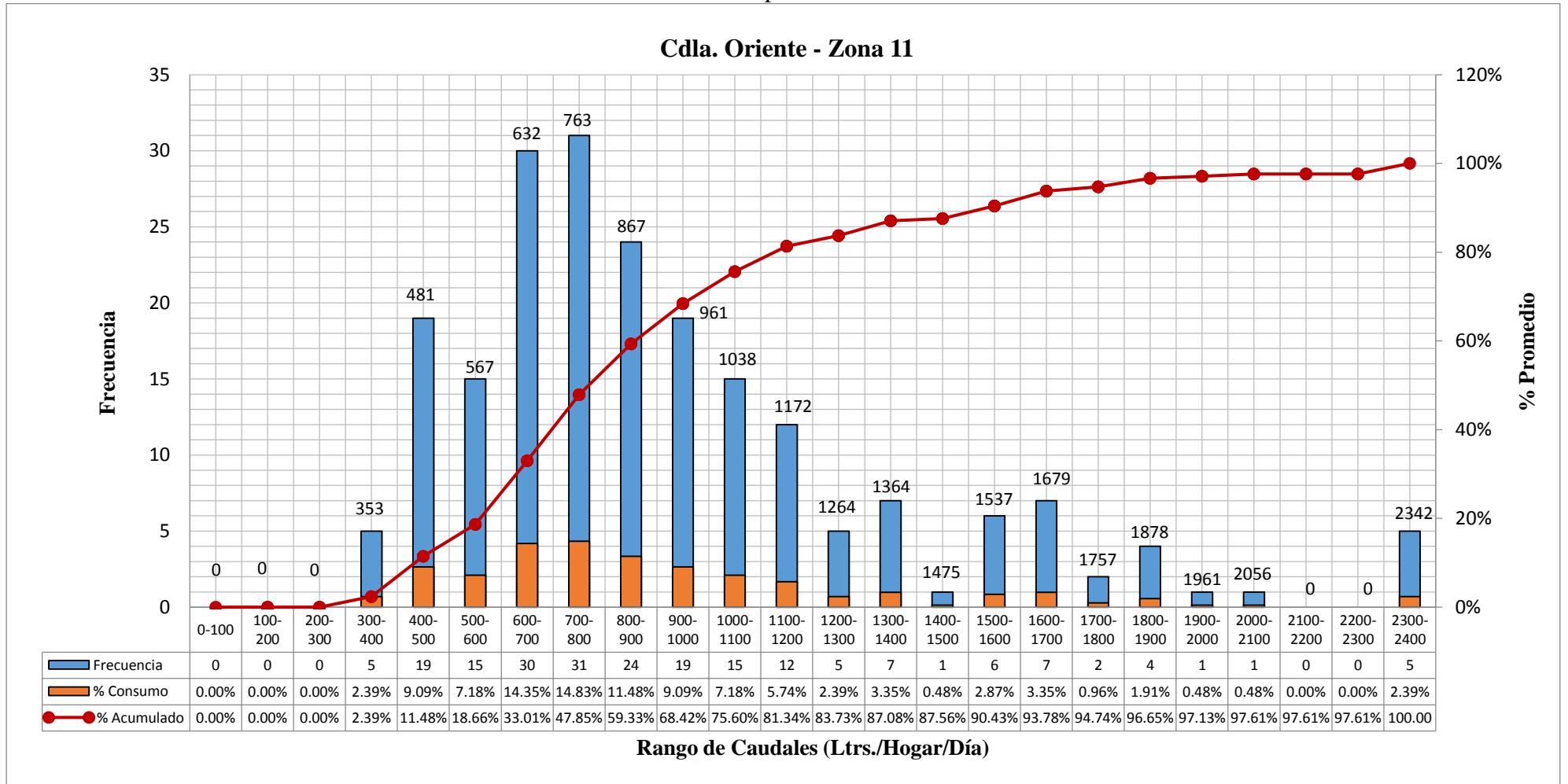
**Realizado por: Julio Tipán**

**Gráfico 46:** Patrones de consumo promedio diario - Zona 10.



Realizado por: Julio Tipán

**Gráfico 47: Patrones de consumo promedio diario - Zona 11.**



**Realizado por: Julio Tipán**

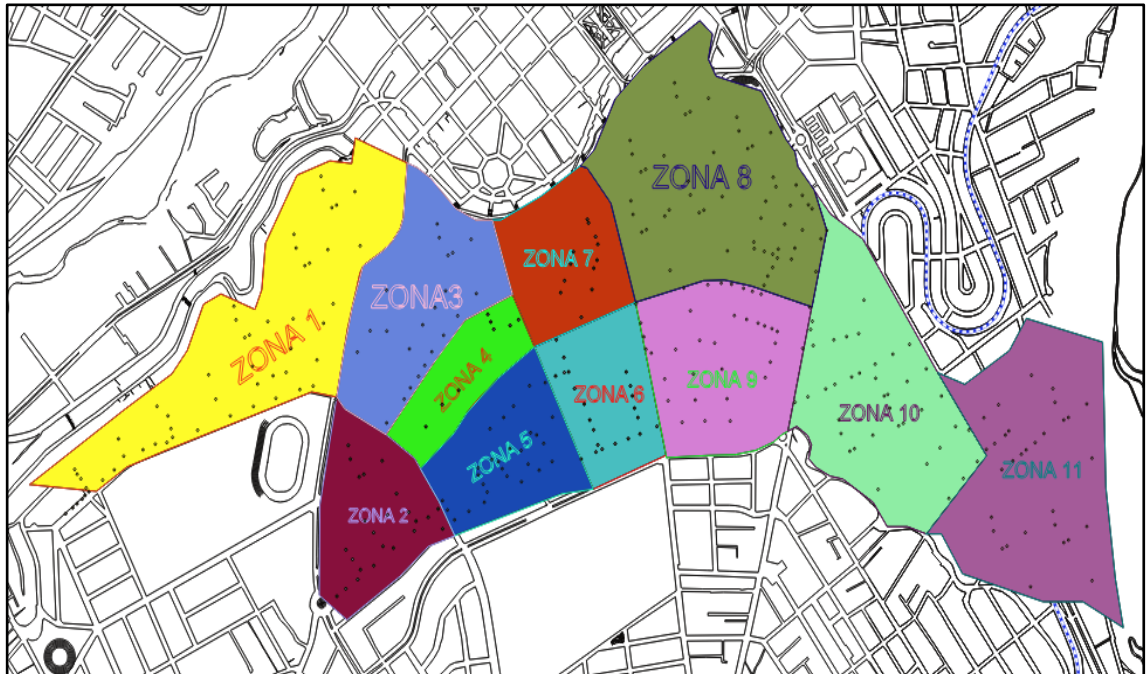
#### 4.2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Para la georeferenciación de los predios en donde se realizaron las mediciones de caudal consumido se utilizó un GPS para georeferenciar dichos puntos.

El sistema de información geográfica generado para el presente trabajo está constituido por el área de distribución de la red Panimboza con cada una de las zonas de estudio, la red de distribución con la descripción del diámetro, longitud y el tipo de material, los sitios en donde existen válvulas, e hidrantes y por último las residencias en donde se realizaron las encuestas y la medición de caudales consumidos.

En lo que se refiere a los resultados obtenidos durante la elaboración de este trabajo, se puede visualizar el consumo promedio diario, el número promedio de habitantes por casa y departamento, el número de puntos hidráulicos promedio y los patrones de consumo promedio obtenidos en cada una de las zonas de estudio.

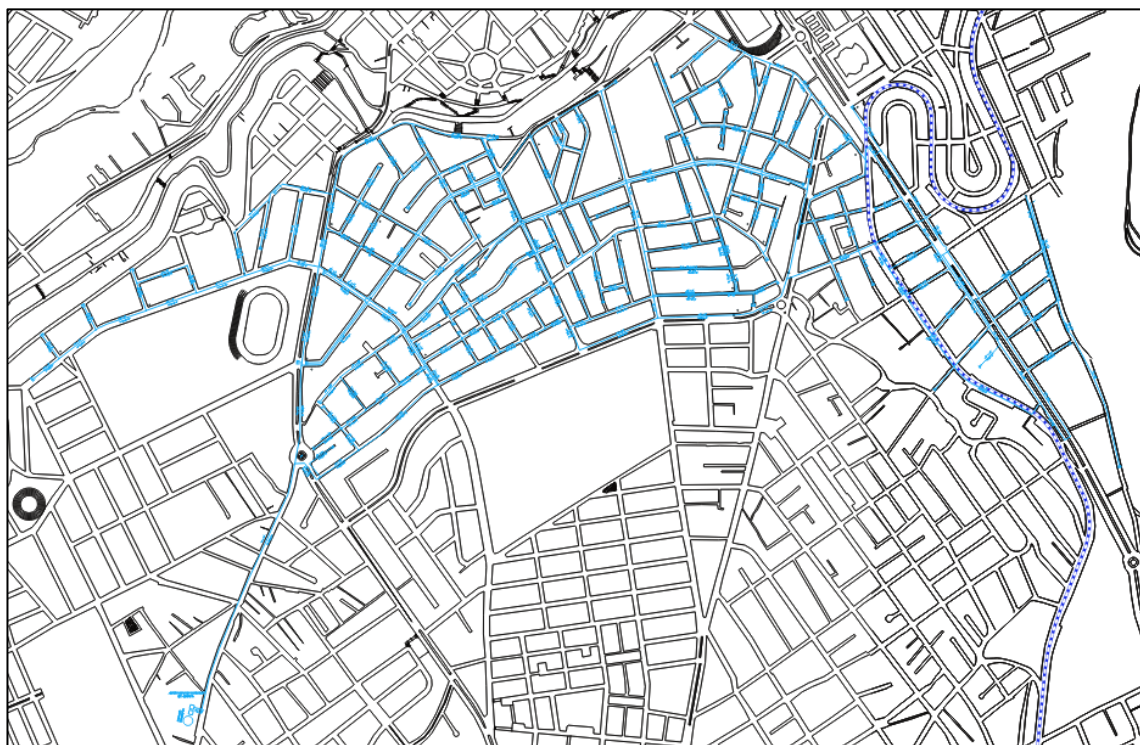
**Gráfico 48:** SIG de la red de distribución Panimboza.



**Fuente:** Julio Tipán – EP- EMAPA, 2017.



**Gráfico 49:** Red de distribución Panimboza



**Fuente:** Julio Tipán – EP- EMAPA, 2017.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Efectivamente, el consumo de agua potable en sectores residenciales incide en la obtención de las curvas de consumo diario, esta afirmación es acertada debido a que con los valores de caudal consumido por cada hora del día se pudo generar curvas que representan el volumen de agua potable consumido durante un día.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- En la Ciudadela La Vicentina, el rango de consumo con mayor frecuencia se presentó en el rango de 700-800 Ltrs. con un volumen promedio de 767 Ltrs./Hogar/Día que representa el 14.69% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela San Antonio Zona 2, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 300-400 Ltrs. con un volumen promedio de 374 Ltrs./Hogar/Día que representa el 12.55% del total de las muestras tomadas en campo y el rango de 400-500 Ltrs. con un volumen promedio de 481 Ltrs./Hogar/Día que representa el 11.30% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela San Antonio Zona 3, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 500-600 Ltrs. con un volumen promedio de 564 Ltrs./Hogar/Día que representa el 13.98% del total de las muestras tomadas en campo y el rango de 600-700 Ltrs. con un volumen promedio de 646 Ltrs./Hogar/Día que representa el 13.14% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela San Antonio Zona 4, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 600-700 Ltrs. con un volumen promedio de 651 Ltrs./Hogar/Día que representa el 15.51% del total de las muestras tomadas en campo y el rango de 700-800 Ltrs. con un volumen promedio de 786 Ltrs./Hogar/Día que representa el 12.24% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela San Antonio Zona 5, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 900-1000 Ltrs. con un volumen promedio de 983

Ltrs./Hogar/Día que representa el 16.73% del total de las muestras tomadas en campo, seguido del rango de 800-900 Ltrs. con un volumen promedio de 861 Ltrs./Hogar/Día que representa el 12.24% del total de las muestras tomadas en campo.

- En la Ciudadela San Antonio Zona 6, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 800-900 Ltrs. con un volumen promedio de 851 Ltrs./Hogar/Día que representa el 13.22% del total de las muestras tomadas en campo, seguido por el rango de 900-1000 Ltrs. con un volumen promedio de 962 Ltrs./Hogar/Día que representa el 12.40% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela San Antonio Zona 7, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 800-900 Ltrs. con un volumen promedio de 868 Ltrs./Hogar/Día que representa el 12.38% del total de las muestras tomadas en campo, seguido por los rangos de 700-800 Ltrs. con un volumen promedio de 761 Ltrs./Hogar/Día que representa el 11.43% del total de las muestras tomadas en campo, el rango de 1200-1300 Ltrs. con un volumen promedio de 1257 Ltrs./Hogar/Día que representa el 11.43% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela Bellavista Zona 8, el rango de consumo con mayor frecuencia es el comprendido entre 600-700 Ltrs. con un volumen promedio de 676 Ltrs./Hogar/Día que representa el 19.81% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela Bellavista Zona 9, el rango de consumo con mayor frecuencia es el comprendido entre 800-900 Ltrs. con un volumen promedio de 847 Ltrs./Hogar/Día que representa el 16.75% del total de las muestras tomadas en campo.
- En la Ciudadela Oriente Zona 10, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 500-600 Ltrs. con un volumen promedio de 567 Ltrs./Hogar/Día

que representa el 13.06% del total de las muestras tomadas en campo, y el rango de 700-8000 Ltrs. con un volumen promedio de 776 Ltrs./Hogar/Día que representa el 13.06% del total de las muestras tomadas en campo.

- En la Ciudadela Oriente Zona 11, los rangos de consumo con mayor frecuencia son el rango de 600-700 Ltrs. con un volumen promedio de 632 Ltrs./Hogar/Día que representa el 14.35% del total de las muestras tomadas en campo, y el rango de 700-8000 Ltrs. con un volumen promedio de 763 Ltrs./Hogar/Día que representa el 14.83% del total de las muestras tomadas en campo.
- De acuerdo al análisis de la semana típica de consumo, el día de máximo consumo se presenta los días sábados en todas las zonas de estudio con un consumo promedio de 956.17 Ltrs./Hogar /Día, a excepción de la Zona 10 correspondiente a la ciudadela Oriente en la que el día de mayor consumo se presenta los días viernes con un consumo promedio de 865.87 Ltrs./Hogar /Día como se puede evidenciar en el **Gráfico 25**, este puede deberse a que en este día permanecen un mayor número de consumidores que días entre semana o por los hábitos de lavado de ropa y riego de jardines los fines de semana.
- En la Ciudadela La Vicentina se obtuvo un volumen de consumo per-cápita de 181.83 Ltrs./Hab./Día que corresponde al menor valor de consumo obtenido de todas las zonas de estudio, dicho valor se encuentra por debajo del valor mínimo recomendado en la Tabla 16.2 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción-2011 (NEC-2011) Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria Nhe Agua, que es de 200 a 350 Ltrs/Hab./Día para bloques de viviendas, a pesar de esto los usuarios residenciales no tienen ningún problema en lo que se refiere a falta de presión de agua en el sistema o escasas de agua potable.
- El mayor volumen de consumo per-cápita se presentó en la Ciudadela San Antonio - Zona 7 con un valor de 196.84 Ltrs./Hab./Día, a pesar de ser el mayor valor de consumo per-cápita obtenido en el estudio, este valor de consumo se encuentra por debajo del valor mínimo recomendado en la Tabla 16.2 de la NEC-

11 Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria Nhe Agua, que es de 200 a 350 Ltrs/Hab./Día para bloques de viviendas.

- En base a los caudales de distribución promedio de la red Panimboza y con el valor de consumo per-cápita se generaron curvas de consumo diario para cada zona de estudio, en las que se puede evidenciar que se producen dos picos de consumo, el primer pico de consumo se produce de 11:00 am a 12:00 pm con un volumen promedio de 15.34 Ltrs./Hab./Hora, que puede deberse a los hábitos de preparación del almuerzo, el segundo pico que es menor que el primero se produce de 19:00 pm a 20:00 pm. con un volumen promedio de 11.80 Ltrs./Hab./Hora, que puede deberse a los hábitos de preparación de la merienda.
- En base a las curvas de consumo diario de cada zona de estudio, se obtuvo un promedio de 7.85 Ltrs. /Hab. por cada hora del día.
- El sistema de información geográfica generado para el presente estudio consta de la zonificación del área de estudio con su respectivo consumo per-cápita obtenido en el estudio.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Determinar el caudal consumido de un usuario residencial teniendo en cuenta el nivel socioeconómico y los hábitos de consumo que tiene cada usuario para de esta forma explicar de mejor manera la razón por la que el máximo consumo se produce los días sábados.
- Realizar un estudio más profundizado sobre los valores de dotación que recomienda la NEC-2011 para bloques de viviendas con el objetivo de verificar si estos valores sugeridos están correctamente fundamentados o si existen irregularidades en su planteamiento.
- Realizar un estudio sobre el efecto que produce el consumo de agua potable en industrias que se encuentran dentro de los sectores residenciales de la ciudad de Ambato.

- Para futuras investigaciones realizar una modelación hidráulica con los valores de consumo per-cápita obtenidos, con el propósito de analizar el comportamiento real que tiene la red de distribución tomando en cuenta situaciones como incendios y roturas de tubería.
- Para estudios posteriores generar sistemas de información geográfica, que contengan la mayor información posible en lo que se refiere a caudal, tipo de tubería, diámetro, tipo de material, válvulas y accesorios que conforman la red de distribución, la cual facilite la mayor cantidad de datos que puedan ser usados por otros investigadores.
- El sistema de información geográfica facilita la búsqueda y procesamiento de información, para su posterior análisis en lo que se refiere a la gestión y planificación de una determinada área.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA





### 1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Rodríguez. Abastecimiento de Agua. Instituto Tecnológico de Oaxaca, 2001, pp. 1.
- [2] B. Jiménez y J. Galizia. “Diagnóstico del agua en las Américas” en *Foro consultivo científico y tecnológico, AC*, 2012, pp.7.
- [3] N. Pulgarín, “Desarrollo de un modelo de gestión sostenible del agua: Microcuenca la Bermejala Medellín, Colombia”, Tesina de Máster, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2011.
- [4] D. Manco Silva, “Eficiencia en el consumo de Agua de uso Residencial”, Proyecto de grado, Pereira, 2014.
- [5] Internet: <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/15/natura/1329324929.html>, [Ago.24, 2016].
- [6] J. P. Laclette y P.Zúñiga “Diagnóstico del Agua en las Américas” en Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2012, pp. 23-25.
- [7] D. Bastidas, “Caracterización y estimación de los consumos de agua de usuarios residenciales. Caso de estudio: Bogotá”, Tesis de Grado, Universidad de los Andes, Bogotá, 2009.
- [8] “Ecuador consume más agua en la región.” *El Comercio* (Nov. 14, 2015), sec. Especiales pp1-3.
- [9] “Los ambateños consumen 260 litros de agua por día, según Emapa.” *El Telégrafo* (Nov. 30, 2015), sec. Noticias pp1.
- [10] Internet: [http://www.inicio.emapa.gob.ec/?page\\_id=3189](http://www.inicio.emapa.gob.ec/?page_id=3189), Ene. 10, 2016 [Ago. 25, 2016].

- [11] P. Rodríguez. Abastecimiento de Agua. Instituto Tecnológico de Oaxaca, 2001, pp. 37-45.
- [12] A. Garzón, “Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá”, Trabajo final de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2014.
- [13] M. Ramírez, J. Pilamunga, M. Aguilar, A. Merchán, L. Chávez, C. Peñaherrera, J. Erazo, J. Guerra, G. Toro. Código ecuatoriano de la construcción. C.E.C. “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.” Ecuador. Registro Oficial No. 439, Mayo. 20,1986.
- [14] N. Castro, J. Garzón y R. Ortiz. “Aplicación de los métodos para el cálculo de caudales máximos probables instantáneos, en edificaciones de diferente tipo.” en Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua, 2006, pp. 10-12
- [15] Miduvi y Cámara de la construcción. “Norma Hidrosanitaria NHE agua.” Ecuador. Decreto ejecutivo N° 705, Abril. 06,2011.
- [16] N. Castro, J. Garzón y R. Ortiz. “Aplicación de los métodos para el cálculo de caudales máximos probables instantáneos, en edificaciones de diferente tipo.” en Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua, 2006, pp. 43-50.
- [17] F. Dávila Martínez. “Introducción a los sistemas de información geográfica”. Internet: [Dic. 20, 2016].
- [18] B. Gómez Moreno, “Medidores de agua domiciliarios”, 2001, pp.105.
- [19] C. Polindara, “La Gestión de pérdidas de agua potable y la micromedición efectiva.” en El marco normativo de la micromedición en los sistemas de acueducto, 2012, pp.27.



## 2. ANEXO FOTOGRÁFICO

	
<p>Encuestas a usuarios residenciales Zona 1</p>	<p>Micro medición de caudal consumido Zona 3</p>
	
<p>Micro medición de caudal consumido Zona 4</p>	<p>Micro medición de caudal consumido Zona 6</p>



Encuestas a usuarios residenciales Zona 10



Micro medición de caudal consumido  
Zona 10



Micro medición de caudal consumido  
Zona 8



Tanque de almacenamiento circular  
“Panimboza” volumen= 2000 m<sup>3</sup>.



Registro de puntos GPS de usuarios encuestados.



Medición de la Presión existente en la red a las 12:00 PM



Medición de caudal de salida en el Macro Medidor a las 16:00 PM.



Tanque de almacenamiento cuadrado "Panimboza" volumen= 1000 m3.