



**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:**

---

CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE  
AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO

---

**AUTOR:** ALBA YESSENIA MEDINA ALTAMIRANO

**TUTOR:** Ing. Mg. DILON MOYA

Ambato-Ecuador

2019

## **Certificación del tutor:**

Yo, Ing. Mg. Dilón Moya en mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, sobre el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO” desarrollado por la egresada Alba Yessenia Medina Altamirano, considero que dicho Informe Investigativo, reúne los requisitos técnicos, científicos y reglamentarios, por lo que autorizo la presentación del mismo ante el Organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por parte de la Comisión calificadora designada por el H. Consejo Directivo.

Ambato, abril 2019

---

Ing. Mg. DILON MOYA

**TUTOR**

## **Autoría de la investigación**

Yo, ALBA YESSENIA MEDINA ALTAMIRANO, con CI. 1804267456-6, 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: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO” es de mi autoría a excepción de los conceptos emitidos en las citas bibliográficas.

Ambato, abril 2019

.....  
Alba Yessenia Medina Altamirano

C.C: 180426745-6

**AUTOR**

## **Cesión de derechos de autor**

Cedo los derechos en línea patrimoniales del presente Trabajo Experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, sobre el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO”, autorizo su reproducción total o parte de ella, siempre que esté dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato, respetando mis derechos de autor y no se utilice con fines de lucro.

Ambato, abril 2019

.....  
Alba Yessenia Medina Altamirano

C.C: 180426745-6

**AUTOR**

## **Aprobación del tribunal de grado**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental realizado por la Srta. Yessenia Medina Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO”

Ambato, abril 2019

Para constancia firman:

.....  
Ing. Mg. Fabián Morales.

.....  
Ing. Mg. Lenin Maldonado

## **Dedicatoria**

*A Dios por guiarme a cada momento e iluminarme en tiempos donde parecía desfallecer.*

*A mis familiares, por su aprecio y soporte en tiempos difíciles de mi vida estudiantil, quienes en todo momento fueron mi apoyo, me llenaron de amor para poder avanzar y alcanzar uno de mis más grandes anhelos, culminar mi carrera.*

*A mi amigo y compañero de vida, por su paciencia y apoyo en los momentos más difíciles de mi etapa universitaria.*

***Yessenia***

## **Agradecimiento**

*A Dios y a la Virgen de Guadalupe por estar en cada paso que doy, por darme salud y fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para alcanzar mi meta más anhelada ser ingeniera civil.*

*A mis abuelos, Jorge y Noemí que son el pilar de mi familia, pues sin el cariño de ellos, y la sabiduría que supieron inculcarme desde niña no hubiese llegado a cumplir mis sueños.*

*A mis padres, Nelson y Sonia quienes estuvieron presentes en toda mi vida estudiantil, por darme la estabilidad, económica y sentimental para poder llegar hasta el logro de culminar mis estudios universitarios, que definitivamente no hubiese podido ser realizado sin el apoyo de ustedes.*

*A mis hermanos, Gustavo y Jairo quienes han sido pilares esenciales en mi vida, admirables profesionales de quien me siento orgullosa por su calidad humana y profesional, a quienes han sido mi guía desde que Dios me dio la vida.*

*A mi hermana y amiga Mayra, quien ha sido mi ejemplo a seguir, mi guía durante toda mi vida, la que me ha apoyado siempre, en mis tristezas ha sido quien me aliente a seguir sin derrumbarme, en la felicidad ella es quien ha sabido festejar junto a mí mis logros alcanzados.*

*A un gran amigo y compañero de vida Stalin, por ser la persona que me acompañó desde el principio hasta el fin en este trabajo de investigación y por su apoyo durante este agradable y difícil periodo estudiantil, infinitas gracias por ser mi apoyo y nunca soltarme cuando más necesitaba de un abrazo y una palabra de aliento.*

*Al Ing. Mg. Dilón Moya, tutor del informe de investigación quien con sus conocimientos, paciencia y apoyo me orientó en la realización de este trabajo investigativo.*

*Al Ing. Geovanny Paredes, por saber apoyarme y saber brindarme una mano amiga durante mi etapa universitaria.*

*A Brítany, por ser la persona que ha compartido el mayor tiempo a mi lado durante esta difícil etapa universitaria, porque en su compañía las cosas malas se convierten en buenas, la tristeza se transforma en alegría y la soledad no existe.*

**Yessenia**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. Páginas preliminares

Certificación del tutor:.....	ii
Autoría de la investigación .....	iii
Cesión de derechos de autor .....	iv
Aprobación del tribunal de grado .....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Resumen ejecutivo.....	xiv
Abstract.....	xv

### B. Texto.

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General: .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos: .....	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	5
<b>2. FUNDAMENTACIÓN</b> .....	5
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 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): .....	10



2.1.8 Coeficiente de consumo máximo horario (k2): .....	10
2.1.9 Consumo medio diario anual (Qmd) .....	11
2.1.10 Consumo máximo diario .....	11
2.1.11 Consumo máximo horario .....	12
2.1.12 Curva de consumo diario.....	12
2.1.13 Patrones de consumo .....	13
2.1.14 Caudal máximo instantáneo (QMP) .....	13
2.1.15 Medidores de caudal.....	15
2.1.16 Tipos de medidores de caudal .....	15
2.1.17 Sistema de información geográfica (SIG) .....	19
2.1.18 Mapa digital.....	20
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
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>22</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>22</b>
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 .....	24
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. ....	27
3.5.1 Plan de procesamiento de la información.....	27
3.5.2 Plan de análisis de la información .....	27
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>28</b>
<b>4. RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	<b>28</b>
4.1. Descripción del sector en estudio. ....	28

4.2. Recolección de información.....	32
4.2.1. Encuestas.....	34
4.2.2. Medición diaria.....	37
4.2.3. Medición horaria.....	39
4.2.4. Medición de presiones.....	42
4.3. Análisis de resultados.....	43
4.3.1. Encuestas.....	43
4.3.1.1. Tipología de vivienda del sector.....	43
4.3.1.2. Tipo de vivienda del sector.....	44
4.3.1.3. Número de usuarios por vivienda.....	46
4.3.1.4. Número de unidades sanitarias por vivienda.....	47
4.3.1.5. Identificación de problemas.....	50
4.3.1.6. Dotación y presión del agua en el sector.....	51
4.3.2. Análisis de la información de los volúmenes de agua potable.....	53
4.3.2.1. Consumo diario (m <sup>3</sup> ).....	53
4.3.2.2 Consumo semanal.....	61
4.3.2.3 Consumo Per cápita.....	64
4.3.2.4 Consumos horarios.....	69
4.3.2.5 Extrapolación de consumos medios diarios.....	72
4.3.2.6 Patrones de consumo horario y diario.....	74
4.3.2.7 Variación de la presión en la red de distribución de agua potable.....	79
4.4 Verificación de la Hipótesis.....	84
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>85</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>85</b>
5.1. Conclusiones.....	85
5.2. Recomendaciones.....	86
<b>C. Materiales de referencia</b>	
1. Anexo fotográfico.....	87
2. Bibliografía.....	888

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dotaciones recomendadas por el 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 .....	13
Tabla 4: Variable Independiente.....	24
Tabla 5: Variable Dependiente .....	25
Tabla 6: Plan de recolección de Información .....	26
Tabla 7: Ubicación geográfica cantonal. Ambato. Tungurahua 2012.....	29
Tabla 8: Limites del cantón Ambato .....	29
Tabla 9: Limites de la Parroquia Celiano Monge .....	30
Tabla 10: Medición diaria.....	37
Tabla 11: Tipología de vivienda del sector .....	44
Tabla 12: Tipo de vivienda del sector .....	45
Tabla 13: Promedio para las diferentes tipos de unidades sanitarias del sector .....	49
Tabla 14: Dotación de agua en el sector.....	51
Tabla 15: Presión del agua en el sector .....	52
Tabla 16: Consumo diario (m <sup>3</sup> ) .....	55
Tabla 17: Valores promediales de consumo por medidor .....	58
Tabla 18: Consumo semanal de agua potable .....	61
Tabla 19: Valores Per-cápita del consumo de agua potable .....	64
Tabla 20: Consumo horario cada 3 horas .....	70
Tabla 21: Extrapolación de consumos medios diarios .....	73
Tabla 22: Patrón de consumo cada dos horas.....	74
Tabla 23: Patrón de consumo cada tres horas.....	75
Tabla 24: Patrón de consumo cada cuatro horas .....	76
Tabla 25: Presión de la red de distribución en el sector de Celiano Monge I .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Medidor Volumétrico.....	12
Figura 2: Medidor Volumétrico.....	16
Figura 3: Curva típica de precisión.....	17
Figura 4: Abaco típico de pérdida de carga.....	17
Figura 5: Despiece de un medidor de chorro único.....	18
Figura 6: Mecanismo del medidor de chorro múltiple.....	19
Figura 7: Estructura de capas de información en los SIG.....	20
Figura 8: Localización del proyecto.....	28
Figura 9: Sector de estudio.....	31
Figura 10: Ruta a seguir para recolectar la muestra.....	32
Figura 11: Georreferenciación de la muestra.....	33
Figura 12: Medidor con su respectiva numeración.....	34
Figura 13: Modelo de las encuestas realizadas sobre el consumo de agua potable.....	36
Figura 14: Marcas de medidores encontrados en el sector Celiano Monge I.....	38
Figura 15: Lectura de un micro medidor de agua potable marca DH Meters.....	39
Figura 16: Cámara IP y aplicación BVCAM.....	40
Figura 17: Cámara colocada para medición horaria.....	41
Figura 18: Aparato para la medición de presiones.....	42
Figura 19: Medición de presiones en el sector Celiano Monge I.....	42
Figura 20: Tipología de vivienda del sector.....	44
Figura 21: Tipo de vivienda del sector.....	45
Figura 22: Número de usuarios por vivienda del sector.....	46
Figura 23: Número total de unidades sanitarias por vivienda del sector.....	47
Figura 24: Promedio de las unidades sanitarias del sector.....	48
Figura 25: Identificación de problemas en el sector.....	50
Figura 26: Dotación de agua en el sector.....	51
Figura 27: Presión de agua en el sector.....	52
Figura 28: Consumo promedio de cada medidor (m <sup>3</sup> ).....	59
Figura 29: Variación del consumo per-cápita.....	67
Figura 30: Representación del consumo per-cápita.....	68

Figura 31: Variación de consumo cada 3 horas.....	71
Figura 32: Extrapolación de consumos medios diarios.....	73
Figura 33: Patrón de consumo cada dos horas.....	75
Figura 34: Patrón de consumo cada tres horas.....	76
Figura 35: Patrón de consumo cada cuatro horas.....	77
Figura 36: Patrón de consumo horario.....	78
Figura 37: Variación de la presión del sector Celiano Monge I.....	83

### ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec 1. Coeficiente de consumo máximo diario ( $k_1$ ):.....	10
Ec 2. Coeficiente de consumo máximo horario ( $k_2$ ):.....	10
Ec 3. Consumo medio diario anual ( $Q_{md}$ ).....	11
Ec 4. Consumo máximo diario ( $Q_{MD}$ ).....	11
Ec 5. Consumo máximo horario ( $Q_{MH}$ ).....	12
Ec 6. Caudal máximo instantáneo ( $Q_{MP}$ ).....	13
Ec 7. Valor de simultaneidad ( $k_s$ ).....	15
Ec 8. Valor de simultaneidad para complejos habitacionales( $k_{ss}$ ).....	15

## Resumen ejecutivo

**Tema:** “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO”.

**Autor:** Medina Altamirano Alba Yessenia

**Tutor:** Ing. Mg. Dilón Moya Medina

El presente trabajo, tuvo como objetivo calcular el consumo de agua potable generado por los usuarios residenciales de la parroquia Celiano Monge del cantón Ambato, la curva de consumo diario caracteriza las frecuencias de consumo instantáneo de todos los suscriptores del sector, la cual proporciona información útil para el diseño de redes, la cantidad de agua que se debe producir y suministrar a la red de distribución, dimensionamiento de medidores y parametrización de cambio por vida útil de los medidores.

Se inició recolectando información necesaria acerca de la parroquia Celiano Monge, como: el área de distribución y el número de usuarios que pertenecen a la misma, luego se dividió el área de estudio en dos sectores Celiano Monge I y II para facilitar la recolección de información y cubrir el área de la parroquia en su totalidad, por lo tanto, el presente trabajo se enfoca en el sector Celiano Monge I, la muestra se realizó mediante un “muestreo no probabilístico por juicio de expertos o discrecional”, obteniendo como resultado 100 micro medidores de velocidad instalados por la Empresa Municipal de Agua Potable de Ambato (EMAPA), de los cuales se tomó el registro diario de las lecturas de consumo de agua por un periodo de 60 días, este proceso se lo realizó en un intervalo de tiempo de 08H00 a 12H00 del día.

Posteriormente, se obtuvo los consumos horarios de una sola residencia del sector, esta vivienda tipo se la eligió porque, después de haber recorrido todo el sector se ajusta a las características necesarias para el estudio como son: la estructura de la vivienda, el número de habitantes, aparatos sanitarios, entre otros, esto se lo realizó por un periodo de 7 días, además se realizó encuestas dirigidas a los habitantes del sector con la finalidad de conocer el tipo de la vivienda, el número de personas que habitan en cada predio, el número de aparatos sanitarios, entre otras y a su vez en el mismo periodo de tiempo se procedió a tomar las presiones de agua que ingresan a cada domicilio parte de la muestra.

Finalmente, los resultados son: el promedio de consumo diario de 801 litros por día ( $0.801 \text{ m}^3/\text{día}$ ), el valor promedio del consumo per-cápita de 183.08 l/hab/día, para los patrones de consumo horario el pico más alto que se registro es de 273 litros ( $0.273 \text{ m}^3$ ) en un intervalo de tiempo de 06:00H a 09:00H del día y para el patrón de consumo diario el día lunes presenta una elevada demanda de agua con un valor de 938 litros por día ( $0.938 \text{ m}^3/\text{día}$ ).

## Abstract

**Theme:** “CHARACTERIZATION OF THE DAILY COMSUMPTION CURVE OF THE DRINKING WATER NETWORK FROM CELIANO MONGE I CANTON AMBATO”

**Author:** Medina Altamirano Yessenia Altamirano

**Tutor:** Ing. Mg. Dilon Moya

The objective of this work was to calculate the daily consumption of drinking water generated by the residential users from Celiano Monge of Canton Ambato, daily consumption curve characterized the frequencies of instantaneous consumption of all subscribers of the sector, which provides useful information for the design of networks, the amount of water that must produce and supply to the distribution network, sizing of meters and parameterization of change for life of the meter.

For the development of this work, we began collecting necessary information about the Parroquia Celiano Monge, such as: the distribution area and the number of users that belong to it, then the study area was divided into two sectors: Celiano Monge I and II to facilitate the collection of information and cover the area of the parish in its entirety, therefore the present work focuses on the Celian Monge I, the sample was made using a "sampling non-probability by judgement of experts or discretionary", obtaining as a result 100 micro speed meters installed by the Municipal Water Company of Ambato (EMAPA), from which the daily record of the water consumption readings for a period of 60 days, this process was performed in a time interval from 08H00 to 12H00 of the day.

Subsequently, we obtained the hourly consumption of a single residence in the sector, this house was chosen because, after having walked throughout the sector conforms to the characteristics necessary for the study and they are: the structure of the house, the number of inhabitants, sanitary equipment, among others, this was it done for a period of 7 days, we proceeded to conduct surveys aimed at the inhabitants of the sector in order to know the type of housing, the number of people that inhabit in each property, the number of sanitary devices, among others and in turn in the same period of time proceeded to take the water pressures that enter each part of the sample, trying to maintain a specific schedule for the taking of this information.

Finally, the results are: daily consumption of 801 liters per day (0.801 m<sup>3</sup>/day), the value average per capita consumption of 183.08 l/hab/day, for hourly consumption patterns the highest peak which you registered is 273 litres (0.273 m<sup>3</sup>) in an interval of time of 06:00 H to 09:00 of the day and for daily consumption pattern day monday presents a high demand for water with a value of 938 liters per day (0.938 m<sup>3</sup>/day).

# CAPÍTULO I

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Tema de investigación

CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO

### 1.2 Antecedentes

Se entiende por consumo de agua a la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, etc. y se mide en litros por habitante y día (l/hab/día). Es un valor muy representativo de las necesidades y/o consumo real de agua dentro de una comunidad o población y, por consiguiente, refleja también de manera indirecta su nivel de desarrollo económico y social. Este indicador social se obtiene a partir del suministro medido por contadores, estudios locales, encuestas o la cantidad total suministrada a una comunidad dividida por el número de habitantes.[1] [2]

El consumo de agua potable en los últimos años ha tenido un incremento en función del aumento de la población, el desarrollo económico, los cambios en los patrones de consumo, entre otros factores, por lo que en la actualidad el mundo afronta una crisis de consumo de agua. En zonas de África como Ciudad del Cabo este problema ya es una realidad. Desde febrero de 2018 el límite de consumo es de 80 litros por persona y en mayo se estimaba que llegue el Día Cero. Desde ese momento, las personas deberán hacer filas para recibir 25 litros de agua al día. Este año, sus 4 millones de habitantes se vieron obligados a reducir el consumo de agua y las autoridades cortaron el suministro a los agricultores. Las medidas ayudaron a posponer la crisis, pero el riesgo todavía se cierne sobre la urbe africana, señala Bloomberg. [3][4]

La Ciudad de México tiene uno de los consumos de agua más elevados del mundo, con dotaciones de hasta 360 litros por habitante al día, según el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, según estudios realizados en Estados Unidos el consumo medio es aproximadamente 310 litros por persona, la directora ejecutiva del Fondo de Agua para Lima y Callao (Aquafondo), Mariella Sánchez Guerra, señaló que la regulación de



consumo del recurso hídrico en Lima es un problema que nace en la desinformación, la especialista de Acuafondo señala que en Lima se consumen hasta 250 litros de agua por persona.[5] [6][7]

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal, limpieza del hogar) es de 50 l/hab/día. A estas cantidades debe sumarse el aporte necesario para la agricultura, la industria y, por supuesto, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fluviales y, en general, dependientes del agua dulce. Teniendo en cuenta estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 100 l/hab/día.[8]

Al día un ecuatoriano gasta, en promedio, 249 litros de agua. Esta cifra es mayor a los 100 litros recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para satisfacer las necesidades de consumo e higiene. En Ecuador, la demanda ha aumentado en un 16% desde el 2007 hasta el 2017, las provincias de Los Ríos, Napo y Tungurahua son provincias con las cifras más altas de consumo de litros por habitante por día, según datos proporcionados por la Secretaría Nacional del Agua (Senagua).[3]

En el cantón Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua, los ambateños consumen 260 litros de agua por día, según Emapa. Según estimaciones de la Empresa Municipal de Agua Potable de Ambato (Emapa), en la ciudad se potabilizan cerca de 2,5 millones de metros cúbicos de agua cruda. Las fuentes superficiales de nuestra captación son el río Alahua, la acequia Cunuyacu-Chimborazo, canal Huachi-Pelileo y la represa Chiquihurcu. Además los manantiales subterráneos de Santa Rosa, Tilulún, Pataló, Aguaján, Curiquingue, Quillán, La Península, entre otras, todas dentro de la concesión que tenemos con la Secretaría Nacional del Agua.[9]

Por lo tanto, una cuestión que es importante en relación con el consumo de agua es, los factores que pueden incidir en él, y que es de vital importancia a la hora de planificar los nuevos escenarios del futuro, teniendo en cuenta la concentración de la población en las ciudades, el cambio climático, episodios de sequía, etc. La estimación correcta de la demanda de agua potable representa una condición indispensable para la planeación y el diseño de los sistemas de suministro, que en gran medida determina las inversiones necesarias y calidad del servicio. En este sentido, la cuestión relacionada con los recursos

hídricos se ha convertido en un tema de estudio en las últimas décadas, principalmente en territorios donde los procesos de urbanización han sido más intensos y caracterizados a su vez por la escasez hídrica. [10][11]

### **1.3 Justificación**

Este trabajo es de interés por que pretende analizar cuál es la influencia de los factores que afectan el consumo de agua como son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad. Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas. Las características económicas y sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda, siendo importante la variación de consumo por el tipo y tamaño de construcción.

En ciudades como Bogotá y México se han realizado diversos estudios sobre el consumo de agua potable en zonas residenciales con el objetivo de establecer patrones de consumo, conocer las variables que actúan sobre el uso de agua, evaluar las características individuales de los hogares, y con ello construir un modelo que describa los consumos de agua, para el Ecuador se han realizado estudios en ciertas regiones sobre la cantidad aproximada y calidad de agua potable, en el cantón Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua se desconoce de los hábitos de consumo, patrones de consumo, caudales máximos diarios entre otros, que ayuden a tener una visión más clara sobre el consumo de agua potable.

Consecuentemente, el principal objetivo de este trabajo es estimar datos de consumo diario, consumo per cápita, patrones de consumo diario y horario, generado por los habitantes de las zonas residenciales de la parroquia urbana Celiano Monge etapa I del cantón de Ambato, provincia de Tungurahua, a partir de los hábitos y costumbres de la población beneficiaria, estos datos proporciona información útil para el diseño de redes de distribución, la cantidad de agua que se debe producir y suministrar a la red, dimensionamiento de medidores y parametrización de cambio por vida útil de los medidores, para así poder asegurar a la población un abastecimiento suficiente y continuo de agua potable, con excelente calidad y presión adecuada.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Estudiar los consumos de agua potable del sector “Celiano Monge I” del Cantón Ambato a través de mediciones de demandas de agua potable, que permitan caracterizar la curva de consumo diario.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- a) Obtener patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable del sector Celiano Monge I del cantón Ambato.
- b) Realizar la georreferenciación del sector de investigación, caracterizando la zona residencial.
- c) Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante un software GIS (Geographic Information System).
- d) Obtener las curvas de consumo diario de la red de agua potable del sector Celiano Monge I.
- e) Determinar la demanda per-cápita del consumo de agua potable del sector, considerando la variable económica.
- f) Ejemplarizar los resultados obtenidos mediante la modulación de la red de agua potable que abarca el sector de investigación.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 Fundamentación teórica

##### 2.1.1 El agua

El hombre utiliza grandes cantidades de agua para sus actividades cotidianas (beber, cocinar, lavar, aseo personal etc.) pero mucho más para producir alimentos, papel, ropa y demás productos que consume. La dueña de nuestras vidas es el agua, porque constituye un importante porcentaje en la composición de los tejidos de nuestro cuerpo y de todos los seres vivos, el cuerpo humano de una persona adulta está compuesto en un 60 % por agua.[12]

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

**a. Agua Cruda.** – Es el nombre que recibe el agua que no ha recibido ningún tratamiento, y que generalmente se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas.

**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.** - Para obtener agua químicamente pura es necesario realizar diversos procesos físicos de purificación ya que el agua es capaz de disolver una gran cantidad de sustancias químicas, incluyendo gases.

**e. Agua Potable.** - Es el agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, y debe cumplir con los requisitos de estas normas. CPE INEN 5 Parte 3:1992.

##### 2.1.2 Consumo de agua potable

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup> /día o

l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día. Los organismos operadores lo manejan regularmente en m<sup>3</sup> /toma/mes. Volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades de los usuarios. Hay diferentes tipos de consumos: doméstico, no doméstico (dividido en comercial e industrial) y público. Este se puede obtener directamente de las mediciones en la toma domiciliaria.[13]

### **2.1.3 Tipos de consumo**

El consumo se clasifica según el tipo de usuario en:

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

El consumo doméstico varía según los hábitos higiénicos de la población, nivel de vida, grado de desarrollo, abundancia y calidad de agua disponible, condiciones climáticas, usos y costumbres, etc. El tipo domestico se divide a su vez en Popular, Medio y Residencial, dependiendo del nivel económico del usuario.[12]

#### **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.[12]

#### **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. [12]

#### **d) Consumo Comercial:**

Es el agua que utilizan las personas en locales comerciales o centros de servicios durante sus actividades de comercio. [12]

### e) Fugas y Desperdicios:

Aunque las fugas y desperdicios no constituyen un consumo, es un factor que debe ser considerado. En la vivienda influye en el consumo doméstico, pues es corriente encontrar filtraciones o fugas permanentes debido a desperfectos en las instalaciones domiciliarias. Estas pérdidas aunadas al mal uso de los consumos públicos y al irracional uso doméstico, conducen a agravar el consumo general de agua. [12]

### 2.1.4 Dotación 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. [12]

El Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 (NEC-2011) facilita una tabla donde recomienda utilizar las siguientes dotaciones:

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

<b>POBLACIÓN (habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)</b>
<b>Hasta 5000</b>	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
<b>5000 a 50000</b>	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
<b>Más de 50000</b>	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 1000

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

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dotación</b>
<b>Bloques de viviendas</b>	L/habitante/día	200 a 350
<b>Bares, cafeterías y Restaurantes</b>	L/m <sup>2</sup> área útil /día	40 a 60
<b>Camales y planta de faenamiento</b>	L/cabeza	150 a 300
<b>Cementerios y mausoleos</b>	L/visitante/día	3 a 5
<b>Centro comercial</b>	L/m <sup>2</sup> área útil/día	15 a 25
<b>Cines, templos y auditorios</b>	L/concurrente/día	5 a 10
<b>Consultorios médicos y clínicas con hospitalización</b>	L/ocupante/día	500 a 1000
<b>Cuarteles</b>	L/persona/día	150 a 350
<b>Escuelas y colegios</b>	L/estudiante/día	20 a 50
<b>Hospitales</b>	L/cama/día	800 a 1300
<b>Hoteles hasta 3 estrellas</b>	L/ocupante/día	150 a 400
<b>Hoteles de 4 estrellas en adelante</b>	L/ocupante/día	350 a 800
<b>Internados, hogar de ancianos y niños</b>	L/ocupante/día	200 a 300
<b>Jardines y ornamentación con recirculación</b>	L/m <sup>2</sup> /día	2 a 8
<b>Lavanderías y tintorerías</b>	L/kg de ropa	30 a 50
<b>Mercados</b>	L/puesto/día	100 a 500
<b>Oficinas</b>	L/persona/día	50 a 90
<b>Piscinas</b>	L/m <sup>2</sup> área útil /día	15 a 30
<b>Prisiones</b>	L/persona/día	350 a 600
<b>Salas de fiesta y casinos</b>	L/ m <sup>2</sup> área útil/día	20 a 40
<b>Servicios sanitarios públicos</b>	L/mueble sanitario/día	300
<b>Talleres, industrias y agencias</b>	L/trabajador/jornada	80 a 120
<b>Terminales de autobuses</b>	L/pasajero/día	10 a 15
<b>Universidades</b>	L/estudiante/día	40 a 60
<b>Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*</b>	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: [12]

**a) 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.

**b) 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.

**c) 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.

**d) 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.

**e) 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>.



**f) Existencia de red de alcantarillado:**

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. En general, se gasta más cuando los líquidos residuales se eliminan con mayor facilidad.

**g) 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. [12]

**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. [12]

**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.[14]

$$k1 = \frac{\text{Mayor consumo diario}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \quad \text{Ec. 1}$$

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

$$k1 = 1,3 - 1,5 \quad [15]$$

**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.[14]

$$k_2 = \frac{\text{Caudal máximo horario (QMH)}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \quad \text{Ec. 2}$$

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

$$k_2 = 2,0 - 2,3 \quad [15]$$

### 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: [14]

$$Qmd = \frac{q \cdot N}{(1000 \cdot 86400)} \quad \text{Ec. 3}$$

**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  $k_1$ , con la siguiente fórmula: [14]

$$QMD = Qmd * k_1 \quad \text{Ec. 4}$$

**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  $k_2$ , con la siguiente fórmula: [14]

$$Q_{MH} = Q_{MD} * k_2 \quad \text{Ec. 5}$$

**Dónde:**

**Q<sub>MH</sub>** = Consumo máximo horario.

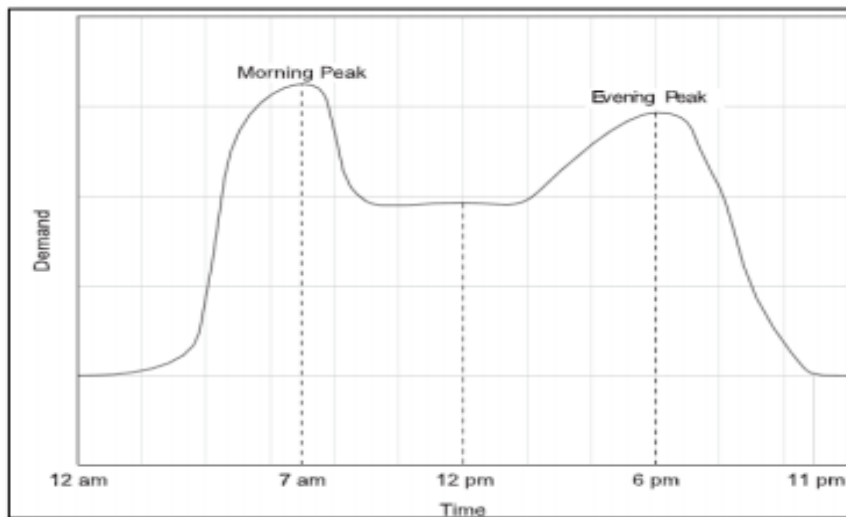
**Q<sub>md</sub>** = Consumo medio diario anual.

**K<sub>2</sub>** = Coeficiente de variación de consumo máximo horario.

### 2.1.12 Curva de consumo diario

Las variaciones temporales en el uso del agua para los sistemas de suministro de una población suelen seguir un ciclo de 24 horas como se muestra en la figura 1, llamado curva característica de consumo diaria. Sin embargo, los flujos de agua en el sistema experimentan cambios no sólo desde una perspectiva temporal diaria, sino también semanal y anual. Como es de esperarse, las curvas características de consumo de fines de semana difieren a menudo de las curvas características de consumo entre semana. [14]

**Figura 1:** Medidor Volumétrico.



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

### 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. [14]

### 2.1.14 Caudal máximo instantáneo (QMP)

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se considera la cantidad de habitantes servidos y no tiene relación con las condiciones socioeconómicas de la población.[13]

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[16]:

**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 de manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con deposito	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

**Tabla 3 (continuación):** 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)	
Máquina de lavar de ropa	0.20	7.0	3.0	16
Maquina 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 o hidromasaje domestico	1.00	15.0	10.0	25

**Fuente:** Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá, 2014

El caudal máximo probable se calcula con la siguiente ecuación [16]:

$$QMP = KS * \Sigma qi \quad \text{Ec. 6}$$

En donde el valor de simultaneidad ks se obtiene de la siguiente ecuación [16]:

$$ks = \frac{1}{\sqrt{n}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log(n))) \quad \text{Ec. 7}$$

**Donde:**

**n:** Número total de aparatos servidos

**Ks:** coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

**qi:** caudal mínimo de los aparatos suministrados

**F:** factor que toma los siguientes valores

**F=0:** según la norma francesa NFP 412014

**F=1:** para edificios de oficina 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 requiere calcular el coeficiente de simultaneidad para complejos habitacionales de vivienda o departamentos con características similares se utiliza la siguiente ecuación [16]:

$$Kss = 19 + N10 * (N + 1) \quad \text{Ec. 8}$$

**Donde:**

**QMP:** Caudal máximo probable

**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**

Los medidores de agua son dispositivos de medición empleados por la mayoría de empresas prestadoras del servicio de agua potable para conocer el volumen de agua suministrado aguas abajo del mismo entre dos lecturas, información que se utiliza para procesos de facturación de los consumos de los suscriptores. Estos medidores no son precisamente caudalímetros (dispositivos para determinar el caudal instantáneo), puesto que disponen de un mecanismo totalizador del volumen trasegado, aunque al conocer el volumen consumido durante un cierto periodo de tiempo, es posible determinar el caudal medio circulante. [14]

### **2.1.16 Tipos de medidores de caudal**

#### **2.1.16.1 Macro medidor**

Estos dispositivos están diseñados para medir grandes caudales con una pérdida mínima de carga, por lo general se utiliza en instituciones donde la demanda de agua potable es grande, dichos dispositivos 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 de la red de distribución, este tipo de medidores se lo lee en un tablero electrónico el cual está conectado.[16]

#### **2.1.16.2 Micro medidor**

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. [16]

**a) Medidor de agua volumétrico:**

El medidor de tipo volumétrico corresponde a un dispositivo colocado dentro de un conducto cerrado, compuesto por un mecanismo de disco oscilante o de pistón rotativo accionado por la presión del flujo. Con base en el conteo del número de los volúmenes que pasan a través de él, el mecanismo registrador totaliza e indica el volumen. También se denominan medidores de desplazamiento positivo. Este medidor presenta como ventaja el hecho de funcionar adecuadamente indiferente del fluido que se esté midiendo sin importar su viscosidad dado que mide directamente el volumen del mismo. Así mismo no se ve afectado por turbulencias en el fluido. Presenta el inconveniente de ser afectado por aguas arenosas o con tendencia a formar depósitos, ya que estas partículas dejan huellas y permiten el paso de agua sin contabilizar.

La figura 2 muestra un medidor volumétrico Aquadis+ es un medidor de agua fría de tipo pistón de talla mundial aprobado según la directiva MID (Measurement Instrument Directive) y diseñado para la mejor medición en aplicaciones residenciales. [14]

**Figura 2:** Medidor Volumétrico.

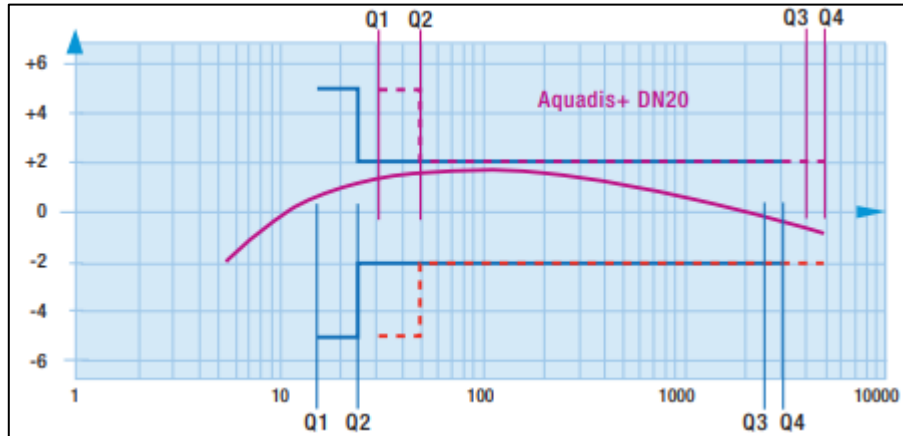


**Fuente:** Catálogo de medidores para agua Itrón (Acuadis+ 2019)

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

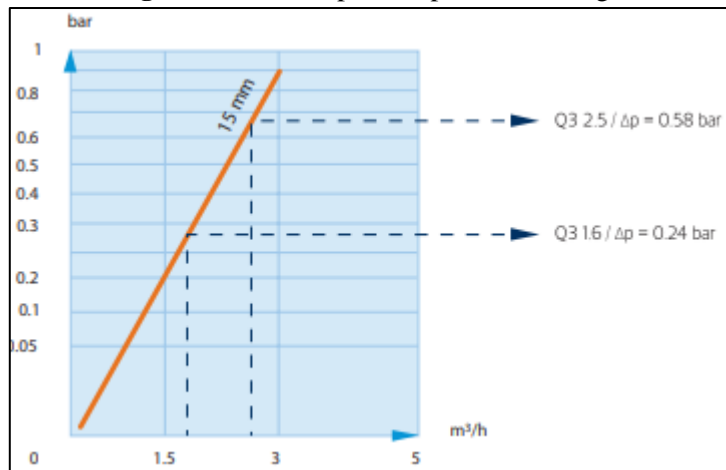
equilibrio. La figura 3 muestra la curva típica de precisión del medidor volumétrico Aquadis+, ésta se define en base al error de medición que es la diferencia entre el volumen medido por el contador y el realmente consumido, de la misma forma en la figura 4 se observa la pérdida de carga que es la representación gráfica de la relación entre el caudal circulante y el error de medición relativo.

**Figura 3:** Curva típica de precisión.



**Fuente:** Catálogo de medidores para agua Itrón (Acuadis+ 2019)

**Figura 4:** Abaco típico de pérdida de carga.



**Fuente:** Catálogo de medidores para agua Itrón (Acuadis+ 2019)

**b) 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.

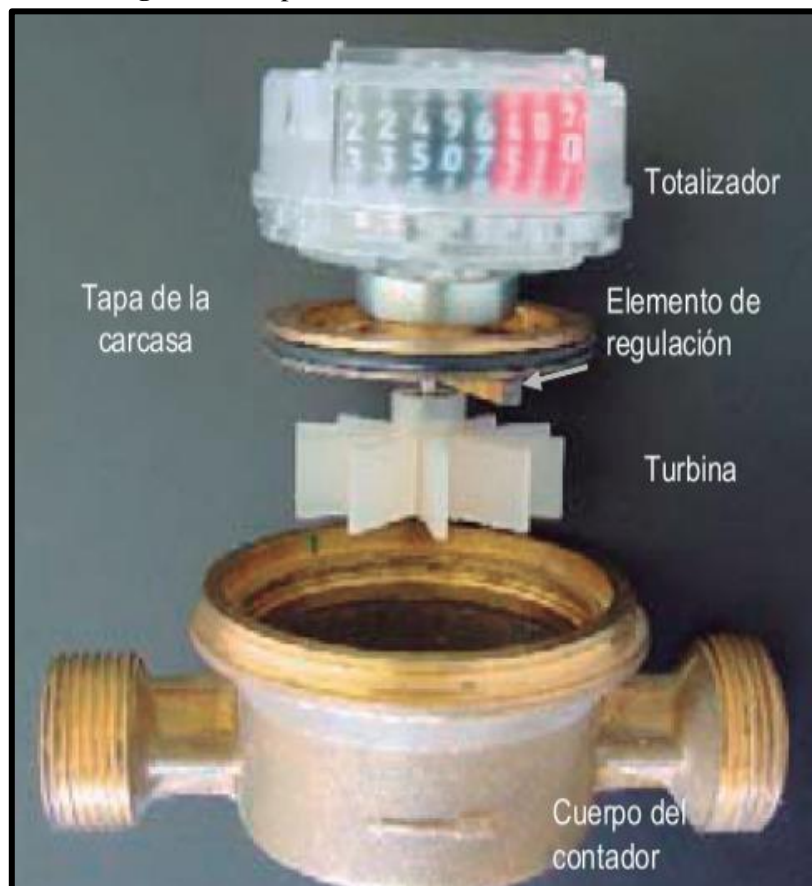


La contabilización del consumo de agua se realiza totalizando el número de vueltas de la turbina cuando el agua incide sobre ella. La velocidad de giro de la turbina es proporcional al caudal circulante en cada momento, lo que permite que se transmita luego, mediante procedimientos mecánicos o de alguna otra naturaleza, al mecanismo indicador, el cual totaliza e indica el volumen.[14]

### c) Medidor de chorro único

Su funcionamiento se basa en la incidencia tangencial de un chorro de agua sobre la turbina alojada en el interior de la carcasa, su óptimo funcionamiento es en posición horizontal, así la turbina se apoya sobre el extremo del eje en un solo punto como se observa en la figura 5 allí se puede observar el mecanismo del medidor de chorro único, lo que hace que el rozamiento sea menor y los errores de medida a caudales bajos no se vean alterados.[17]

**Figura 5:** Despiece de un medidor de chorro único.



**Fuente:** Contadores de agua, Instituto Aragonés de Agua, Zaragoza, marzo 2013

#### d) Medidor de chorro múltiple

Estos dispositivos se utilizan en la medición de agua del consumo residencial, comercial y en redes de riego, en estos medidores el agua incide sobre la turbina en toda su periferia y están diseñados para funcionar con el eje de la turbina vertical, en esta posición se consigue menor resistencia y se reduce el desgaste de las piezas, en la figura 6 se muestra el mecanismo del medidor de chorro múltiple.[17]

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



**Fuente:** Contadores de agua, Instituto Aragonés de Agua, Zaragoza, marzo 2013

#### 2.1.17 Sistema de información geográfica (SIG)

Los sistemas de información geográfica (SIG), aunque populares y muy usados durante los últimos años, pueden ser desconocidos para quienes no manejan información georreferenciada.[18]

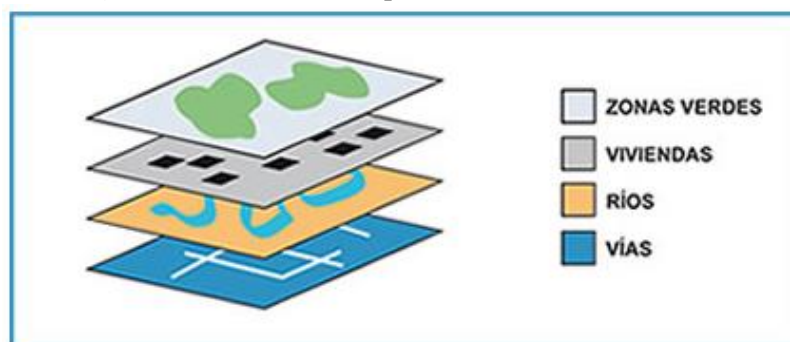
Los SIG están integrados por hardware, software y datos geográficos, tienen un diseño que permite obtener, almacenar, manipular, analizar y desplegar información georreferenciada con el fin de aportar criterios y herramientas para la solución de problemas referentes a los procesos de planificación y gestión del territorio.[19]

### 2.17.1 Funciones de un SIG

El SIG funciona 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. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas así como se observa en la figura 7 y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando 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.[20]

**Figura 7:** Estructura de capas de información en los SIG



**Fuente:** Sistema de información geográfica, tipos y aplicaciones empresariales. Confederación de empresarios de Andalucía, 2010

### 2.1.18 Mapa digital

Es el conjunto de datos que representan información espacial y atributos, almacenados en el ordenador. Es el almacenamiento de información espacial como dibujos electrónicos hechos a base de elementos gráficos sencillos (líneas, puntos, círculos, etc.) organizados en capas, con el objetivo de una salida impresa o por pantalla.[21]

## **2.2 Hipótesis**

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Celiano Monge I del Cantón Ambato influye en la curva de consumo diario.

## **2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis**

### **2.3.1 Variable independiente**

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Celiano Monge I.

### **2.3.2 Variable dependiente**

Curva de consumo diario.

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Nivel o tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo experimental, la metodología utilizada para la realización del estudio fue:

- a) Investigación de Campo o Exploratoria
- b) Investigación Analítica
- c) Investigación Descriptiva.

Es Investigación Exploratoria ya que se realizó las lecturas volumétricas de los micros medidores de caudal instalados en cada uno de los hogares del sector Celiano Monge I del cantón Ambato, durante 60 días consecutivos, se tomó el registro de presiones de agua en cada vivienda durante 7 días, se elaboró encuestas las mismas que permitieron recolectar datos relevantes para la realización de la investigación.

Es investigación Analítica porque después de efectuar las mediciones de caudales y las encuestas, se procedió a analizar los datos obtenidos en campo para su tabulación e interpretación de los mismos.

Es Investigación Descriptiva ya que al finalizar el presente estudio experimental se obtuvieron datos como número promedio de habitantes en cada vivienda, tipología de vivienda, curva de consumo diario, patrones de consumo, presiones de agua, consumo per-cápita del sector Celiano Monge I del Cantón Ambato.

#### **3.2 Población y muestra**

##### **3.2.1 Población**

La población que se tomó para la realización del presente estudio fue la proporcionada mediante información predial urbana y rural disponible en la dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato en donde se tomó la información del sector Celiano Monge donde existen 8513 predios urbanos.

### 3.2.2 Muestra

El método empleado para determinar la muestra de nuestro proyecto fue el “Muestreo no probabilístico por juicio de expertos o discrecional”, el cual expone que la muestra puede ser seleccionada intencionalmente a base de conocimiento y juicio del investigador, este tipo de muestreo es económico, práctico y rápido, es subjetivo y su valor depende por completo de la creatividad de la autoridad encargada del estudio.[22]

De la población existente, se ha seleccionado una muestra del 3% de la población existente en cada sector, es decir 255 predios; se ha determinado este porcentaje debido a los siguientes criterios:

- a) El proyecto de investigación “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del cantón Ambato” abarca todas las parroquias urbanas y rurales, con el objetivo de obtener el coeficiente de consumo correspondiente a cada una de ellas.
- b) La población del cantón Ambato está integrada por 83235 predios urbanos, según GAD Municipal del Cantón Ambato, por lo cual el estudio se ha dividido en 25 subproyectos que conforman el macroproyecto.
- c) Cada subproyecto se enfoca en un sector en particular.
- d) La intención de cada subproyecto es abarcar una muestra representativa de la totalidad de predios; esto corresponde al 3%, es decir 2498 predios.
- e) Distribuyendo los 2498 predios entre 25 subproyectos, cada uno de ellos contemplará 100 predios.
- f) Por ende, el presente proyecto “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Celiano Monge II” analizará 100 predios y de la misma manera el proyecto “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Celiano Monge I” analizará 100 predios, dándonos un total de 200 predios del sector Celiano Monge I.

### 3.3 Operacionalización de variables

#### 3.3.1 Variable independiente

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Celiano Monge I.

**Tabla 4:** Variable Independiente

Concepto	Categoría	Indicador	Ítem	Técnicas e instrumentos
La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario.	Agua Potable	Volumen	¿Cuál es la cantidad de agua potable que se consume en las viviendas al día?	Mediciones diarias de caudal consumido mediante micro medidores de velocidad instalados en las viviendas.
		Reserva	¿Cuál es la manera de reservar el agua en las viviendas?	Encuesta realizada a usuarios de cada residencia.
	Aparatos sanitarios	Número	¿Cuántos aparatos sanitarios existen en cada vivienda?	Encuesta realizada a usuarios de cada residencia.
	Usuarios	Número	¿Cuántos usuarios residen en la vivienda?	Encuesta realizada a usuarios de cada residencia.
	Vivienda	Tipología	¿En qué estado se encuentra las viviendas?	Encuesta realizada a usuarios de cada residencia.
		Tipo	¿Qué tipo de viviendas se encuentra en el sector?	Encuesta realizada a usuarios de cada residencia.

**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

### 3.3.2 Variable dependiente

Curvas de consumo diario.

**Tabla 5:** Variable Dependiente

Concepto	Categoría	Indicador	Ítem	Técnicas e instrumentos
La curva característica de consumo de la población es una herramienta fundamental para poder entender y reproducir de forma detallada en un modelo teórico, la manera como la población consume el agua, que facilitan información sobre los caudales reales demandados por el usuario a lo largo del día, permitiendo determinar los caudales de máximo y mínimo consumo, así como las horas pico y horas valle en que se presentan dichos consumos.	Variaciones de consumo.	Horas de mayor y menor consumo.	¿Cuáles son los horarios en las que se presenta el mayor y menor consumo a lo largo del día?	Graficas de curvas de consumo diario de agua potable. (Litros consumidos Vs. Hora)
		Días de mayor y menor consumo.	¿Cuáles son los días en que se presenta el mayor y menor consumo de agua a lo largo de la semana en las viviendas?	Tabla de consumo semanal de agua potable. (Litros consumidos - Día)
		Intervalos de caudales.	¿Cuál es el rango de caudales que se está consumiendo el mayor volumen de agua por parte de los usuarios?	Graficas de curvas de patrones de consumo de agua potable (Rangos de caudal Vs. % promedio de volumen).
	Consumo Per-cápita	Variación del consumo per-cápita.	¿Cuál es el índice de consumo de agua potable en las viviendas?	Grafica de variación del consumo per-cápita. (L/hab/día Vs. Medidor de caudal)
	Consumo futuro	Extrapolación de consumos medios diarios.	¿Cuál es el consumo futuro per-cápita para el sector Celiano Monge I?	Gráfica de extrapolación de consumos medios diarios. (Litros consumidos Vs. % de ocurrencia)

**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina



### 3.4 Plan de recolección de información

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

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
1. ¿Para qué evaluar?	Para la obtención de la caracterización de la curva de Consumo de Agua potable.
2. ¿Sobre qué evaluar?	Acercas de la cantidad de agua consumida por cada usuario.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Día de mayor consumo.
4. ¿Quién evalúa?	Alba Yessenia Medina Altamirano
5. ¿A quiénes evalúa?	A usuarios residenciales, comerciales.
6. ¿Dónde evalúa?	En la Parroquia Celiano Monge I del Cantón Ambato.
7. ¿Cómo y con qué?	Mediante la medición de caudales de agua potable consumidos por los residentes del sector, con la ayuda de micro medidores de caudal de velocidad. Por medio de una encuesta sobre los hábitos de uso de agua potable de los usuarios residenciales.

**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

### **3.5 Plan de procesamiento y análisis.**

#### **3.5.1 Plan de procesamiento de la información.**

- a) 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.
- b) Proponer un método de medición de caudales demandados para una muestra de población de un área ya especificada.
- c) Realizar encuestas a los usuarios residenciales como: área de la vivienda, tipo de vivienda, número de personas que la habitan, número de puntos hidráulicos, entre otros.
- d) Clasificar la información obtenida en la investigación de acuerdo al propósito en el que se realizó la misma.
- e) Tabulación de la información obtenida en la investigación con sus respectivas correcciones.

#### **3.5.2 Plan de análisis de la información**

- a) Análisis estadístico y matemático de la información recolectada.
- b) Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante el software GIS.
- c) Proponer curvas características de consumo diario para el sector en estudio.
- d) Verificación de la hipótesis, establecer conclusiones y recomendaciones.

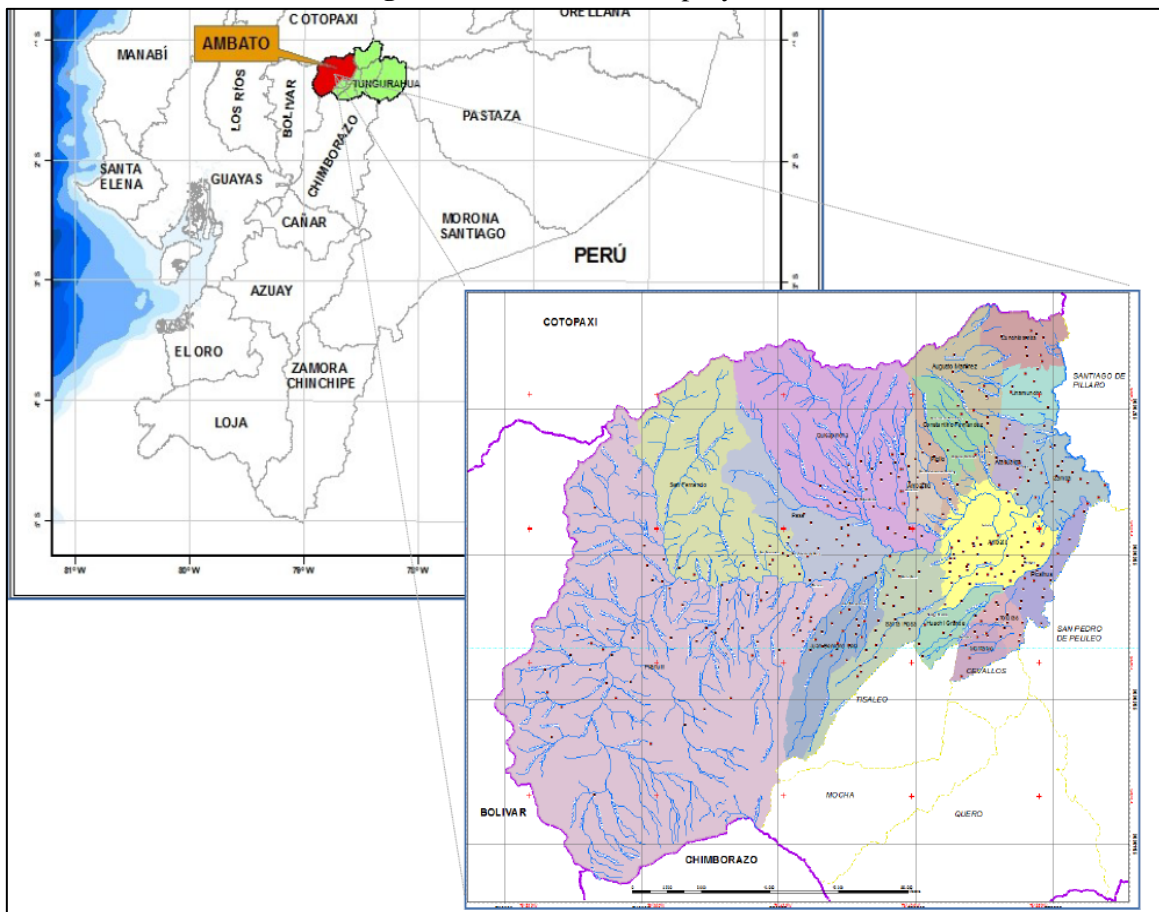
## CAPÍTULO IV

### 4. RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 4.1. Descripción del sector en estudio.

El presente trabajo experimental se encuentra ubicado en el cantón Ambato, perteneciente a la provincia de Tungurahua – Ecuador. La figura 8 muestra la localización del sector en estudio.

**Figura 8:** Localización del proyecto



**Fuente:** Coordinación Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) - Ambato – 2016

Geográficamente el cantón está ubicado entre las siguientes coordenadas:

**Tabla 7:** Ubicación geográfica cantonal. Ambato. Tungurahua 2012

COORDENADAS		
	Universal Transversal Mercator (UTM) WGS84 Zona 17S	Geográficas
Norte	9877232 m	1°62'38.34"
Sur	9837257 m	1°28'20.25"
Oeste	729310 m	78°56'20.77"
Este	774123 m	78°32'11.69"

**Fuente:** Coordinación Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) - Ambato – 2016

**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Tabla 8:** Límites del cantón Ambato

Norte	Sur	Este	Oeste
Provincia de Cotopaxi	Provincia de Chimborazo	Cantones: Píllaro, Pelileo, Cevallos, Tisaleo y Mocha (Provincia de Tungurahua)	Provincia de Bolívar

**Fuente:** Coordinación Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) - Ambato – 2016

**Elaborado por:** Yessenia Medina

Ambato se divide en 18 parroquia rurales y 10 parroquias urbanas, entre sus parroquias están: Ambatillo, Atahualpa, Augusto N. Martínez, Constantino Fernández, Cunchibamba, **Celiano Monge**, La Matriz, etc. El estudio abarca todas las parroquias del cantón tanto rurales como urbanas, con el fin de obtener datos reales y representativos al realizar el estudio del sector.

El presente trabajo experimental se desarrolló en la parroquia Celiano Monge referente al sector urbano del cantón Ambato, está ubicada al sur de la ciudad, está delimitada como muestra la tabla 9, estos límites fueron establecidos de acuerdo a la Ordenanza de Creación y Delimitación de parroquias urbanas de Ambato aprobado el 24 de febrero de 1954.

**Tabla 9:** Limites de la Parroquia Celiano Monge

Sur-Oeste	Noroeste	Este	Sur
Parroquia Huachi Chico	Parroquia Huachi Loreto y Avenida Rumiñahui	Línea del ferrocarril	Límite urbano de la quebrada de Terremoto

**Fuente:** Reformas a la Ordenanza de Creación y Delimitación de parroquias urbanas de Ambato

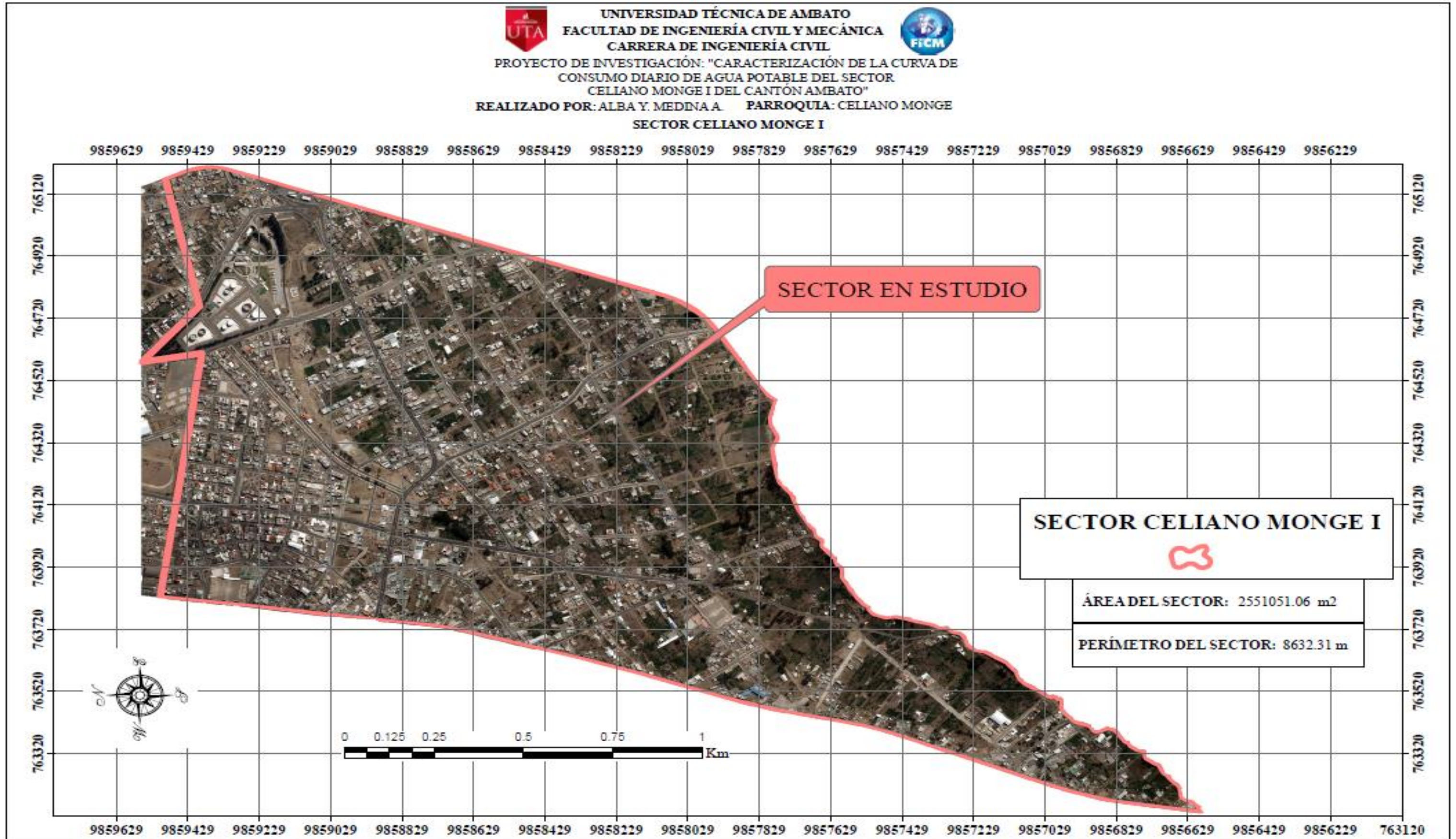
**Elaborado por:** Yessenia Medina

El sector de estudio cuenta con 8513 predios urbanos y debido a la gran extensión de esta parroquia y la cantidad de predios existentes se dividió en dos partes, Celiano Monge I y II, el presente trabajo experimental está enfocado en el sector Celiano Monge I que está delimitada desde la avenida Payamino ubicada en el tramo de la Nueva Ambato, hasta el límite urbano de la quebrada de Terremoto.

La figura 9 es una representación delimitada del sector Celiano Monge I que cuenta con un área de 2551051.06 m<sup>2</sup> y un perímetro de 8632.31 m.



Figura 9: Sector de estudio



Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina



## 4.2. Recolección de información.

Para desarrollar el presente capítulo se procedió a realizar en primera instancia investigaciones previas, como el reconocimiento del lugar para ver que ruta es la más adecuada para la recolección de información, de ahí se dio lugar a la recopilación de datos en campo, como primera táctica a seguir se trazó una ruta en el sector de estudio, la cual facilitó mucho en la toma de datos, en la figura 10 se muestra la ruta que se siguió para la recolección de información en el sector Celiano Monge I.

**Figura 10:** Ruta a seguir para recolectar la muestra

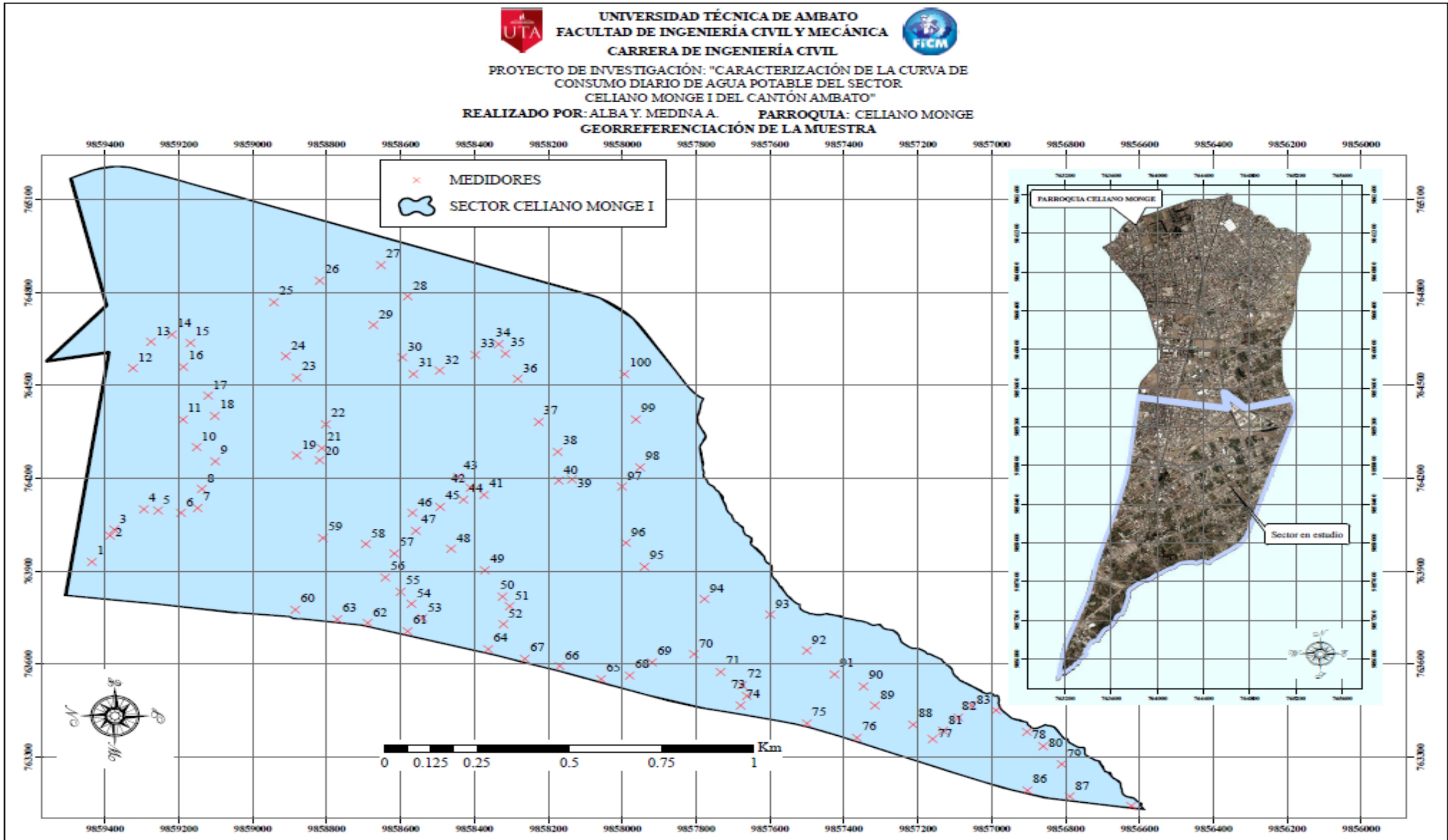


**Fuente:** Google Earth.

**Elaborado por:** Yessenia Medina

En la figura 10 se muestra el inicio y fin de la ruta, comenzando en las calles Río Misahualli y Río Puyango, para un desenlace del recorrido en las calles Enrique Ibañez y Jacinto Calle, de esta forma se cubrió el área del proyecto en su mayoría. Una vez definida la ruta se seleccionaron las residencias que se tomaron en cuenta para el presente trabajo experimental, con la ayuda del software GIS se tomó residencias dispersas que cubra toda el área del proyecto como muestra la figura 11, aquí se puede observar los diferentes puntos que representan a los medidores de volumen de agua tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

Figura 11: Georreferenciación de la muestra



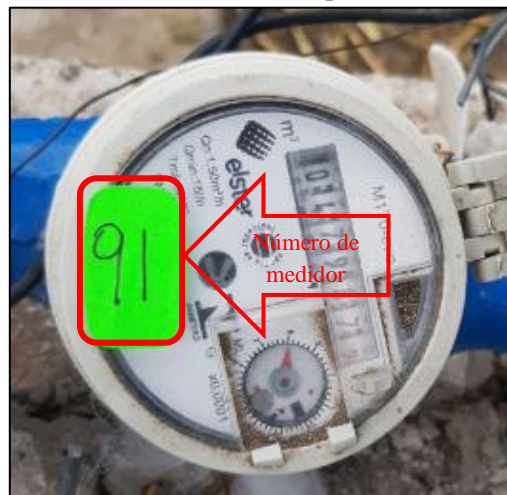
Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina



Se escogieron en total 100 medidores, es decir se escogieron 100 casas al azar separadas considerablemente para poder así abarcar toda la zona de estudio, los cuales fueron enumerados del 1 al 100, en campo y siguiendo la ruta trazada se fueron identificando los medidores con la ayuda de adhesivos, estos fueron muy útiles para dar identidad a cada medidor, ya que ayudó a no perder la secuencia de la ruta y a no confundirse de medidor.

En la figura 12 se da a conocer cómo se enumeró y se identificó cada medidor de las residencias tomadas como muestras para el presente trabajo.

**Figura 12:** Medidor con su respectiva numeración.



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

Al tener ya identificado los diferentes medidores se procedió a la recolección de información para el desarrollo del presente trabajo como: encuestas, mediciones diarias y horarias, así mismo como toma de presiones de agua.

#### **4.2.1. Encuestas.**

Las encuestas se realizaron en dos semanas del 6 al 19 de agosto de 2018, se recogió los testimonios de los residentes del sector en estudio, que se convirtieron en un aspecto de gran relevancia para el proyecto después de las averiguaciones que se logró recolectar, utilizando los instrumentos necesarios como una encuesta que se muestra en la figura 13, se llegó a la obtención de los resultados a perseguir, la encuesta consta de las siguientes partes:

**Sección A**, información del predio: en esta fase se detalla datos como la ubicación, tipología y tipo de vivienda, también consta una parte fundamental para la realización del proyecto que es el número de usuarios que reside en cada vivienda.

**Sección B**, servicio de agua potable: la presente fase trata sobre el número de unidades sanitarias que presenta cada vivienda, identificación del medidor y marca del mismo. En esta parte de la encuesta también se detalla si existen problemas en el sistema de distribución de agua e indagar con los usuarios si la residencia posee tanques de reserva del líquido vital.

**Sección C**, nivel de servicio: para esta fase se puntualiza si el líquido vital abastece en su totalidad a la vivienda o presenta alguna inconformidad y también se indaga sobre la calidad de agua que llega a cada una de las residencias.

Por consiguiente, se procedió a realizar una adecuada revisión de todos los datos obtenidos tabulando la información de una manera precisa y ordenada, lo que permitió que se tamice la información y se detecten posibles errores o cualquier tipo de inconformidad.



#### 4.2.2. Medición diaria.

Una de las partes fundamentales para el presente trabajo experimental fue la medición diaria, se procedió a realizar la medición del volumen de agua potable consumida en un periodo de dos meses (60 días), para poder cumplir con los objetivos del presente estudio.

La medición diaria se la realizó en los meses de junio y julio, empezando desde el lunes 21 de junio de 2018 y finalizando el jueves 19 de julio del 2018 completando así los 60 días propuestos para el estudio, en la Parroquia Celiano Monge I.

Para la recolección diaria de datos se fijó una hora específica, que fue desde las 8:00 am hasta las 12:00 pm, en donde se utilizó una cámara fotográfica y una tabla para la recolección de datos como se muestra en la tabla 10 que facilitó la lectura diaria de los medidores residenciales.

**Tabla 10:** Medición diaria

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:</b> “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I DEL CANTÓN AMBATO”					
<b>FECHA DE LECTURA:</b>					
<b>PARROQUIA:</b> CELIANO MONGE I			<b>PARROQUIA:</b> URBANA		
<b>VALOR DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR UNIDAD HABITACIONAL</b>					
COD. MEDIDOR	COORDENADAS		VALOR REGISTRADO	CÓDIGO DE FOTO	
	X	Y			
18UCM1001	763931.313	9859435.483	597.908	M#001F21.05.2018	

**Fuente:** Centro de Investigación del Recurso Agua de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

**Elaborado por:** Yessenia Medina

La tabla 10, está compuesta de la siguiente manera:

En la columna de la izquierda se encuentra la identificación del medidor el mismo que consta de un código de identificación:

**18** = número de la provincia (Tungurahua)

**U** = zona en la que se encuentra el medidor (Urbano)

**CM** = nombre de la parroquia en estudio (Celiano Monge I)

**001** = número de la vivienda

Las columnas intermedias presentan las coordenadas UTM de georreferenciación de cada uno de los medidores o residencias seleccionadas.

De la misma forma se puede observar en las columnas derechas los valores de volúmenes de agua consumidas, para cada residencia junto con el código de la fotografía.








M = Medidor

#001 = número de medidor

F21.05.2018 = fecha en la que se procedió a realizar el levantamiento de datos.

Se encontró diferentes marcas de medidores de caudal de tipo velocidad de chorro único, pero que detallan con el mismo principio de medición, en la mayoría de los predios predominan las siguientes marcas como muestra la figura 14.

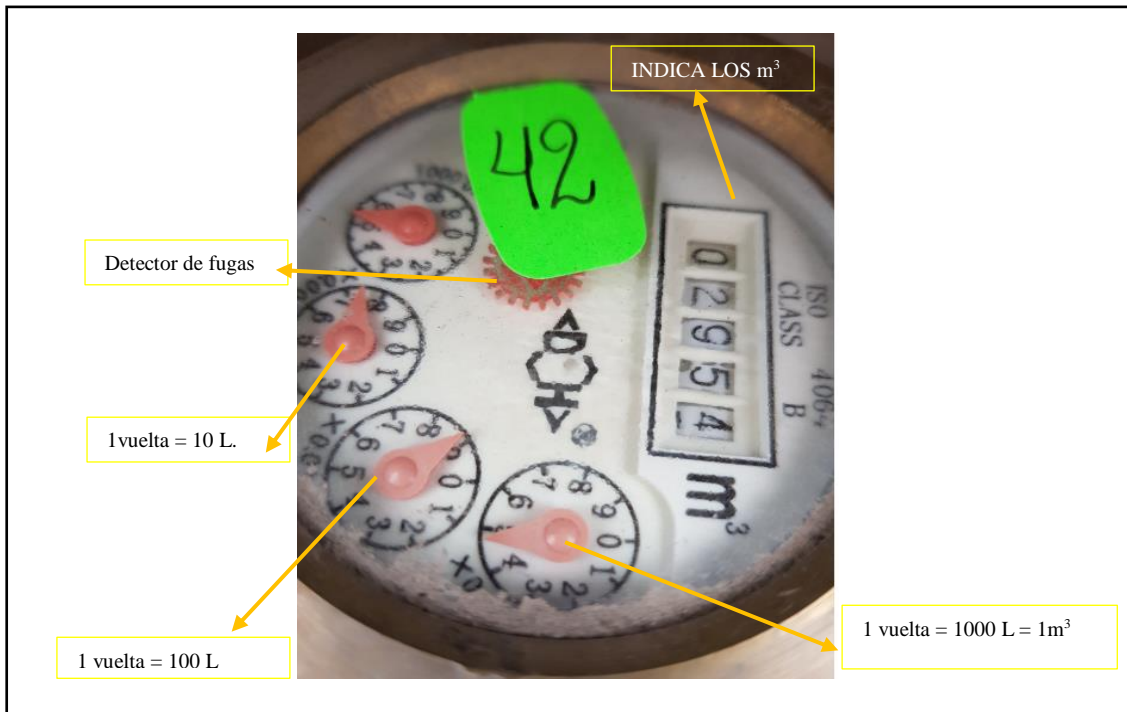
**Figura 14:** Marcas de medidores encontrados en el sector Celiano Monge I.

<b>DH Meters</b>	<b>Zenner</b>	
		
<b>Itrón</b>	<b>ELSTER</b>	<b>ACTARIS</b>
		
<b>SAGA MS</b>	<b>IBERCONTA</b>	
		

Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina

A continuación, la figura 15 muestra un ejemplo de cómo tomar la lectura del volumen de agua consumida en un micro medidor de la marca DH Meters, se tomó como ejemplo este medidor ya que es un poco difícil tomar la medida del mismo, todos los medidores que muestra la figura 14 poseen el mismo principio de medición de los medidores de velocidad que es aquel que mide el caudal que pasa a través del medidor.

**Figura 15:** Lectura de un micro medidor de agua potable marca DH Meters.



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

El visor del cuadrante muestra 02954. En este caso la lectura es de 2954 metros cúbicos y 597 litros de agua, cabe recalcar que  $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ . 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 vivienda.

#### 4.2.3. Medición horaria.

Para realizar la medición diaria, el Centro de Investigación del Recurso Agua de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se encargó de conseguir video-cámaras como muestra el gráfico 16 estas son llamadas cámaras IP o cámaras de red, puede detallarse como una cámara y un ordenador combinados para



formar una única unidad. Los componentes principales que integran este tipo de cámaras de red incluyen una lente, un sensor de imagen, uno o más procesadores y memoria.

Para poder recolectar la información requerida para este estudio se utilizó esta cámara IP, las mismas que deberían ser sencillas de manejar y que se puedan colocar en los tipos de medidores de volumen de agua ya mencionados, para ello se adaptó la cámara de red a un cilindro de caucho o metal, con un diámetro que ajuste al medidor de agua como muestra la figura 16.

La cámara IP como muestra la figura 16 es controlada por medio de una app llamada BVCAM esta aplicación simplifica al usuario el uso de la cámara de red, no presenta una complicada configuración de red, puede ser fácil de ver el video en vivo desde el teléfono celular, admite capturas de pantalla, grabación y reproducción en tiempo real, proporciona datos de una grabación que dura 24 horas con intervalos de 20 minutos que facilita la lectura del medidor a cada hora, esta información es almacenada en la memoria extraíble que se colocó en la cámara de red.

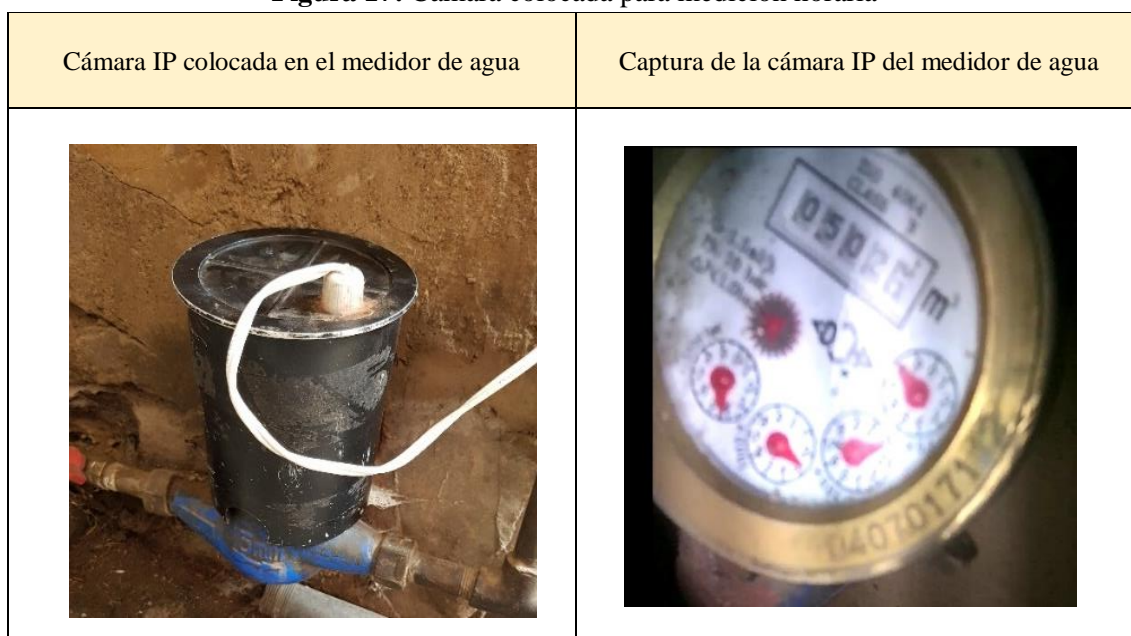
**Figura 16:** Cámara IP y aplicación BVCAM



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

Al haber recorrido el sector durante casi dos meses, conociendo a la perfección la ruta y cada una de las residencias elegidas para el estudio, se seleccionó una vivienda tipo, para este caso se escogió el medidor número 81, se encuentra ubicado en las calles Av. Anibal Granja y Gonzalo Mendoza en donde se pudo colocar la cámara de red (del 19 al 25 de Julio de 2018), como muestra la figura 17, que permitió controlar el volumen de agua potable consumida en una semana durante las 24 horas del día (la variación semanal muestra carácter cíclico con cierto patrón diario, que es similar entre un día y otro, con algunas diferencias para los fines de semanas y días festivos), para así poder conseguir lecturas cada hora de la residencia y con esos datos obtener la variación de consumo horario (capítulo 4, tabla 20, figura 3) y patrones de consumo horario (capítulo 4, tabla 22, figura 33). Esta residencia se ajusta a las características de la encuesta planteada en la figura 13 del capítulo 2 como son: el tipo de vivienda unifamiliar (3 personas), tipología de la vivienda B ya que es una estructura que presentó pocas patologías en las fachadas como; patinas de lavado y fisuras en la pintura, posee un baño y medio, un tanque de lavado y cocina completa, además, no presento fugas visibles o algún uso inadecuado del agua.

**Figura 17:** Cámara colocada para medición horaria



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina



#### 4.2.4. Medición de presiones.

Para la toma de presiones se procedió a realizar en las 100 residencias escogidas al del sector Celiano Monge I, en donde se utilizó un manómetro de 200 psi, una manguera de 1 m de largo, abrazaderas y un adaptador de grifo como muestra la figura 18.

**Figura 18:** Aparato para la medición de presiones



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

En las dos semanas que se realizó las encuestas se procedió a la toma de presiones que fue del 6 al 19 de agosto de 2018, para lo cual los residentes de las viviendas escogidas nos permitían el ingreso al domicilio o lugar comercial, en donde nos facilitaban un grifo para poder determinar la presión que presenta la residencia en estudio como muestra la figura 19.

**Figura 19:** Medición de presiones en el sector Celiano Monge I



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

### **4.3. Análisis de resultados.**

A continuación, se presenta el análisis realizado de la información disponible procesada para el sector Celiano Monge I, el cual se ha dividido en un análisis de la información de encuestas para caracterización del usuario, y un análisis de la información de caudales para la caracterización de los volúmenes y patrones de consumo. Finalmente, con la información completa se pudo determinar las características y comportamiento de consumo de los usuarios

#### **4.3.1. Encuestas.**

Una vez procesada la información de las encuestas en función a los usuarios con información completa y adecuada para ser empleada en el estudio, se procedió a analizar la misma a través de diferentes variables como son el tipo de vivienda, número de habitantes, cantidad y tipo de unidades sanitarias. A continuación, se presenta el análisis obtenido a partir de la información de encuestas realizadas a usuarios del sector Celiano Monge I.

Se diseñaron los cuadros estadísticos y gráficos respectivos, que contienen los porcentajes de la información recolectada de los residentes del sector Celiano Monge I, en torno a cada una de las interrogantes planteadas para cada una de las variables, con su respectivo contenido y/o argumentación del resultado matemático

##### **4.3.1.1. Tipología de vivienda del sector**

En la tipología de vivienda se ha propuesto cuatro opciones como son: A, B, C, y D, donde A puede referirse a una residencia con todos los servicios básicos, que sea agradable a la vista, que no presente patologías visibles, un tipo de construcción muy elegante, B se puede decir que es un tipo de vivienda común que tenga todos sus acabados, bonita a la vista y pocas patologías visibles, en el tipo de residencia C se dice que es un tipo de casa poco agradable a la vista, que no cuente con acabados y que ya presente más patologías en la construcción y la tipología D se refiere a una casa antigua que no presente todos sus servicios básicos, se puede decir que de un piso de poco espacio, colado en el techo eternit o teja.

**Tabla 11:** Tipología de vivienda del sector

TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA	A	B	C	D
CANTIDAD	3	63	28	6
TOTAL	100			

Fuente: Yessenia Medina

Elaborado por: Yessenia Medina

**Figura 20:** Tipología de vivienda del sector



Fuente: Yessenia Medina

Elaborado por: Yessenia Medina

### Interpretación:

Con relación a la tipología de vivienda como muestra la tabla 11 y figura 20, se obtuvo que para el total de los usuarios del Sector Celiano Monge I, predomina la tipología tipo B con un 63% que se refiere a una vivienda de buena calidad y agradable a la vista de las personas pero con patologías visibles, con un bajo porcentaje la tipología de vivienda tipo D con un 6% que nos refiere a una vivienda poco agradable y que no está construida adecuadamente, además, presenta patologías como fisuras en las fachadas, patinas de lavado, eflorescencias, entre otros, otro dato con menor porcentaje es la tipología de vivienda tipo A con un 3% que es una casa muy elegante no presenta patologías a la vista y construida con todas las normas de construcción vigentes.

#### 4.3.1.2. Tipo de vivienda del sector.

En el tipo de vivienda se clasificó en: residencia unifamiliar que se describe a una residencia conformada por una familia, residencia bifamiliar como su mismo nombre lo indica es una vivienda conformada por dos familias, comercio son viviendas utilizadas para la venta de productos o que se dediquen a prestar un servicio a la comunidad, edificio

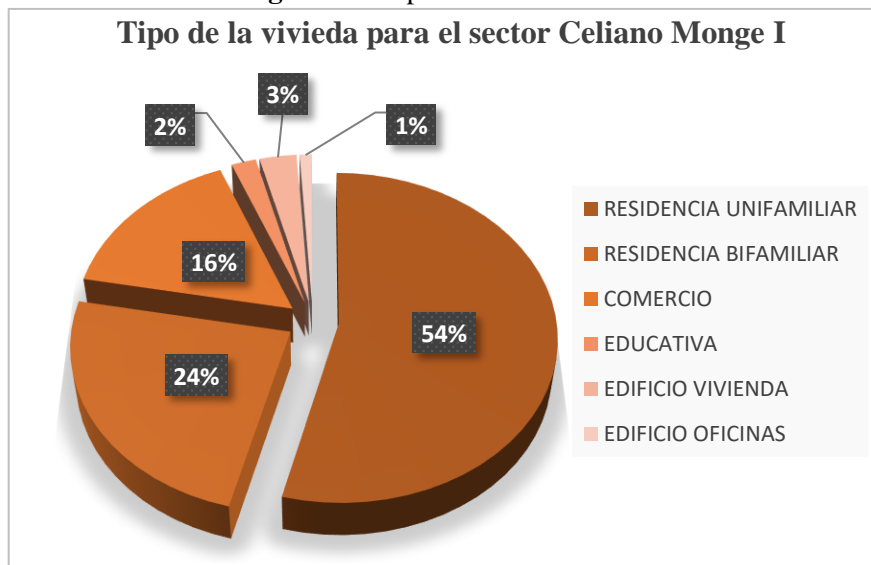
vivienda se describe como una construcción de varios pisos que cuenta con departamentos en ella, también en las encuestas se indago si la residencia es educativa y municipal, que representa a las unidades educativas y edificios de entidad pública que cuente con oficinas en su interior respectivamente.

**Tabla 12:** Tipo de vivienda del sector

TIPO DE VIVIENDA	RESIDENCIA UNIFAMILIAR	RESIDENCIA BIFAMILIAR	COMERCIO	EDUCATIVA	EDIFICIO VIVIENDA	EDIFICIO OFICINAS
CANTIDAD	54	24	16	2	3	1
TOTAL	100					

Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina

**Figura 21:** Tipo de vivienda del sector



Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina

**Interpretación:**

Se puede observar en la tabla 12 y figura 21 que, para el tipo de vivienda, se obtuvo que para el total de los usuarios que se realizó las encuestas del Sector Celiano Monge I, el tipo de vivienda unifamiliar correspondiente a una sola familia, tiene un proporción del 54% siendo este el valor más alto y predominante, a continuación le sigue la vivienda bifamiliar con un valor de 24%, la de comercio con un 16%, la de edificio de vivienda con un 3%, educativa con un 2%, edificio de oficina con 1% siendo este el menor valor de la tabla.

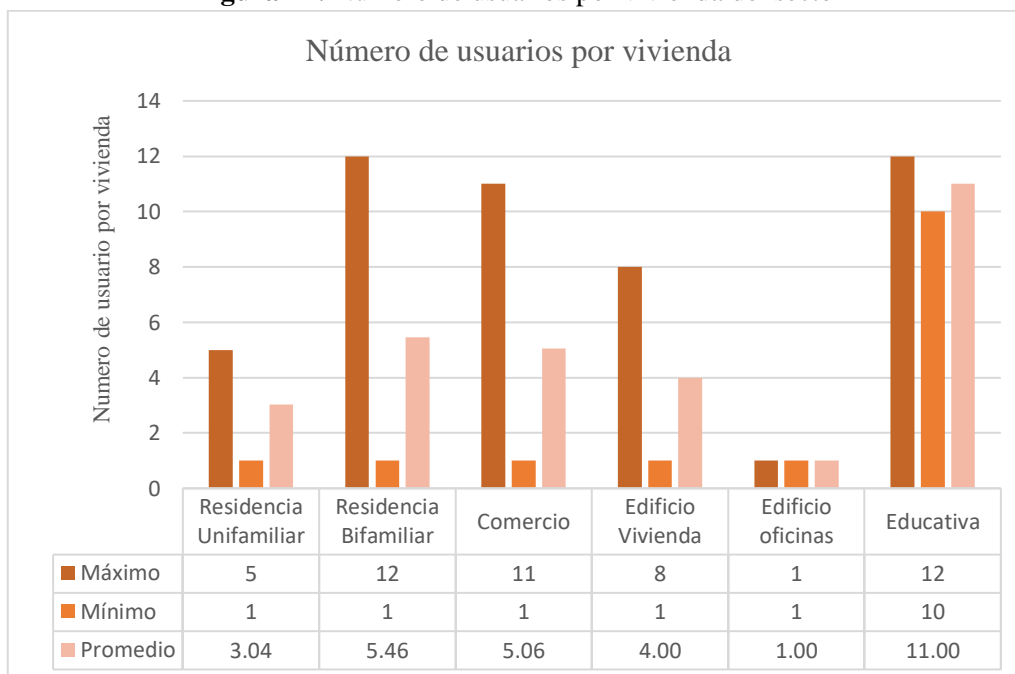
Esto quiere decir que de las 100 encuestas realizadas en el sector 54 son residencias unifamiliares, 24 residencias bifamiliares, 16 casas son dedicadas al comercio, 3 son edificios de viviendas, en el sector se tomó los volúmenes de agua en 2 guarderías que representan al tipo de vivienda educativas y 1 edificio de oficinas.

#### 4.3.1.3. Número de usuarios por vivienda.

El número de usuarios por vivienda es un dato importante en el estudio, ya que la demanda de agua potable depende primordialmente del número de usuarios que consumen agua en la residencia, este dato es de gran relevancia para los posteriores análisis que se realizó.

En la tabla 9 y figura 22, se muestra el valor máximo, mínimo y su promedio de habitantes que residen en cada vivienda.

**Figura 22:** Número de usuarios por vivienda del sector



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

#### Interpretación:

De la figura 22 se tiene que; para residencias unifamiliares una máximo de 5, un mínimo de 1 y un promedio de 3.04, en residencias bifamiliares un máximo de 12, un mínimo de 1 y un promedio de 5.46, comercio tiene un máximo de 11, mínimo 1 y un promedio de 5.06, para edificios de vivienda un máximo de 8, un mínimo de 1 y promedio de 4, en

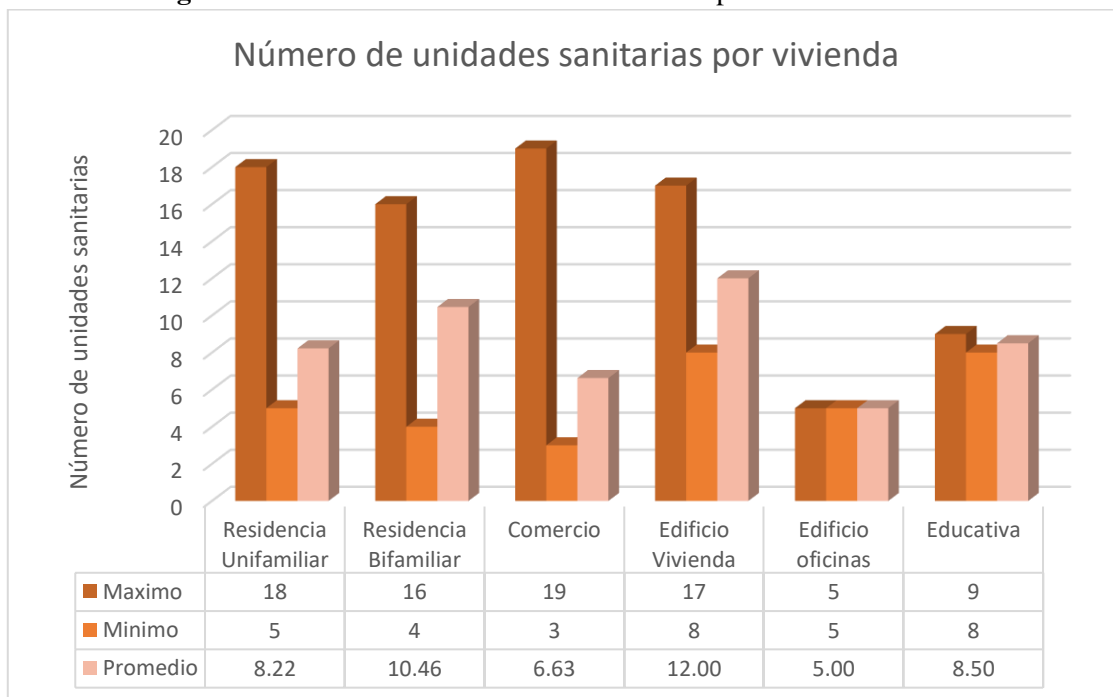
edificio de oficinas un máximo, mínimo y promedio de 1, para finalizar las educativas un máximo de 12, un mínimo de 10 y promedio de 11.

Al analizar el total de la muestra se puede determinar que existe un mayor número de usuarios por vivienda en el sector Celiano Monge I en las residencias bifamiliares y educativas con un valor máximo de 12, en las entidades educativas existe gran afluencia de personas ya que asisten a su formación académica, otro valor representativo es la de comercio con un valor máximo de 11 usuarios.

#### 4.3.1.4. Número de unidades sanitarias por vivienda.

Otro de los análisis realizados corresponde a la cantidad de unidades sanitarias por vivienda, con este dato se obtiene principalmente el promedio del total de aparatos sanitarios existentes en cada vivienda, para después obtener el valor promedio de cada uno de los tipos de unidades sanitarias. Con estos valores se puede determinar la caracterización de consumo típico de cada vivienda en base al número y tipo de aparatos sanitarios.

**Figura 23:** Número total de unidades sanitarias por vivienda del sector



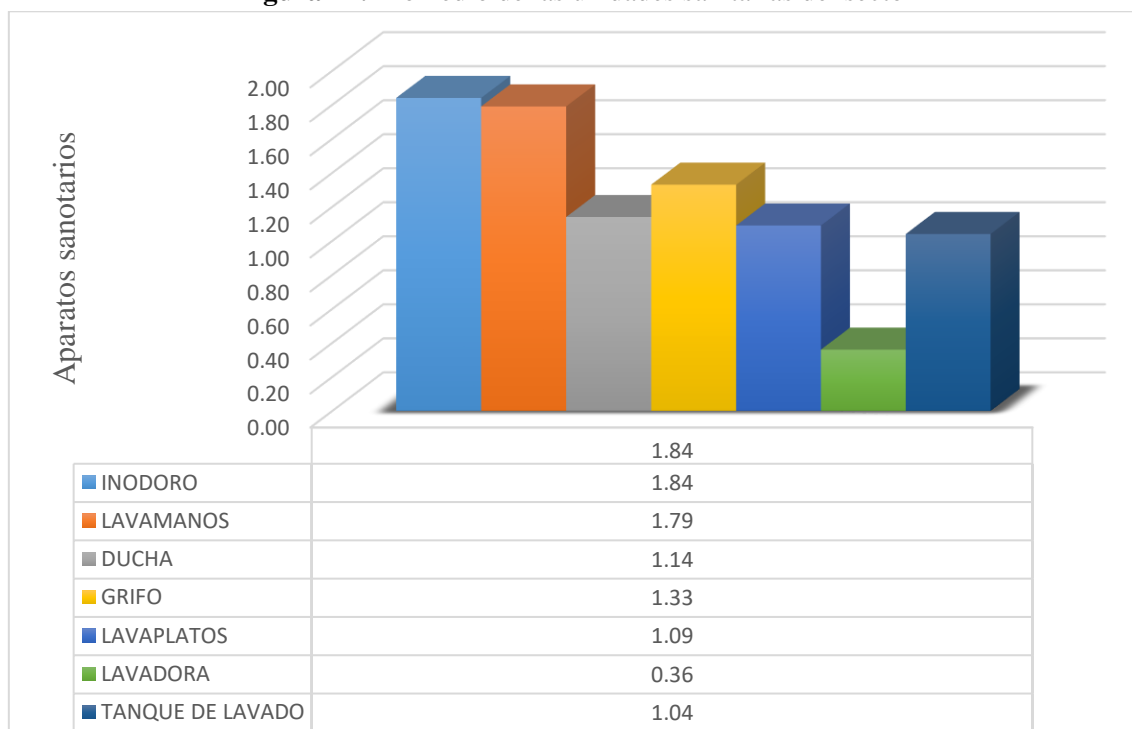
**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

#### Interpretación:

Analizando la figura 23 se obtuvo que para residencias unifamiliares hay un número máximo de 18, un mínimo de 5 y un promedio de 8.22 total de unidades sanitarias para residencias bifamiliares un máximo de 16, un mínimo de 4 y un promedio de 10.46, unidades sanitarias, para comercio un máximo de 19, mínimo 3 y un promedio de 6.63 unidades sanitarias, para edificios de vivienda un máximo de 17 un mínimo de 8 y un promedio de 12 unidades sanitarias, en educativas un máximo de 9, un mínimo de 8 y un promedio de 8.5 unidades sanitarias y en edificios de oficina un máximo de 5 un mínimo de 5 y un promedio de 5 unidades sanitarias.

En la figura 24 se muestra el promedio de los diferentes aparatos sanitarios existentes en cada vivienda del sector en estudio.

**Figura 24:** Promedio de las unidades sanitarias del sector



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

La tabla 13 contiene los valores asumidos de las unidades sanitarias que existen en cada vivienda del sector.

**Tabla 13:** Promedio para los diferentes tipos de unidades sanitarias del sector

VALOR PROMEDIO							VALOR ASUMIDO					
	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Vivienda	Edificio oficinas	Educativa	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Vivienda	Edificio oficinas	Educativa
<b>INODORO</b>	1.72	2.13	1.56	2.67	2	2.5	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00
<b>LAVAMANOS</b>	1.72	2.00	1.56	2.33	2	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>DUCHA</b>	1.15	1.75	0.25	2.00	0	0	1.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00
<b>GRIFO</b>	1.11	1.29	1.94	2.00	1	2	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00
<b>LAVAPLATOS</b>	1.04	1.75	0.25	1.67	0	1	1.00	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00
<b>LAVADORA</b>	0.44	0.46	0.00	0.33	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TANQUE DE LAVADO</b>	1.04	1.08	1.06	1.00	0	1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
						<b>TOTAL</b>	8.00	10.00	7.00	12.00	5.00	9.00

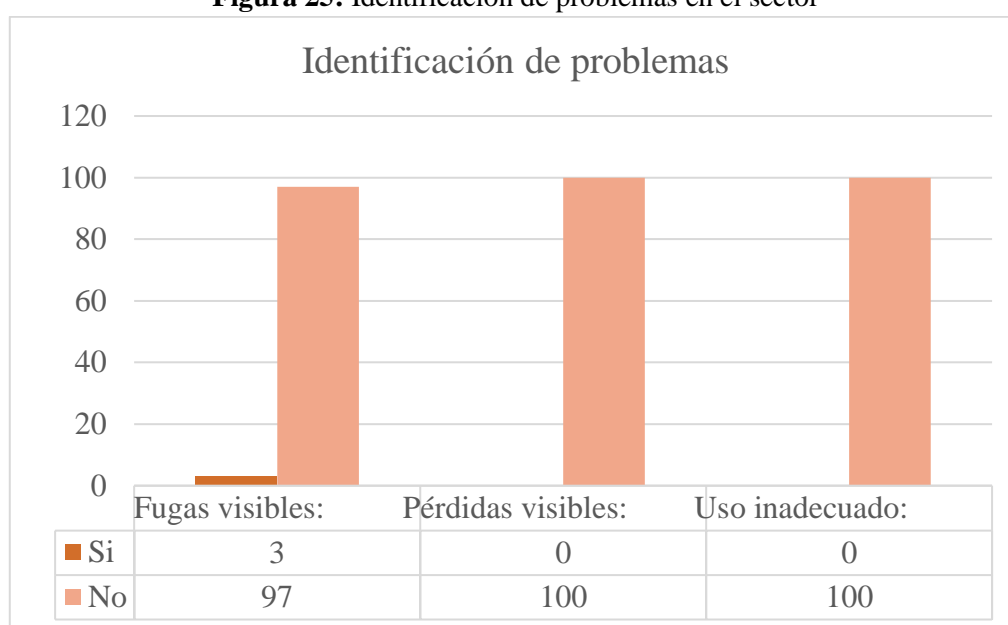
**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina



#### 4.3.1.5. Identificación de problemas.

En la identificación de problemas se refiere a las pérdidas o fugas de agua que se pueda percibir por medio de la vista, con una breve observación se puede determinar si la residencia presenta este tipo de problemas, en esta parte del análisis también se manifiesta si la residencia usa el líquido vital de una manera inadecuada, es decir que no sea de uso residencial para consumo, si no con otros fines como por ejemplo regadío en terrenos agrícolas.

**Figura 25:** Identificación de problemas en el sector



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

#### **Interpretación:**

Como muestra la figura 25 de la identificación de problemas en el sector Celiano Monge I, después de las encuestas y la exploración realizada a cada una de las residencias seleccionadas se puede concluir que; para fugas que estaban a la vista corresponde un 3% es decir 3 de 100 residencias presentaron fugas visibles, para pérdidas un 0% y usos inadecuados se obtuvo un 0% como se puede observar, es decir que ninguna residencia presento pérdidas o usos inadecuados.

#### 4.3.1.6. Dotación y presión del agua en el sector.

Para la dotación de agua en las encuestas que se realizó a los residentes del sector Celiano Monge I se les preguntó si el agua que llega hacia su domicilio es permanente o esporádico, permanente quiere decir que a su residencia el agua llega permanente sin interrupciones y esporádico es el que sucede de forma intermitente sin periodicidad fija y con largos intervalos de no recibir el líquido vital hacia la residencia.

También se llegó a indagar a los usuarios sobre la presión del agua que tiene la residencia si es alta, normal o baja.

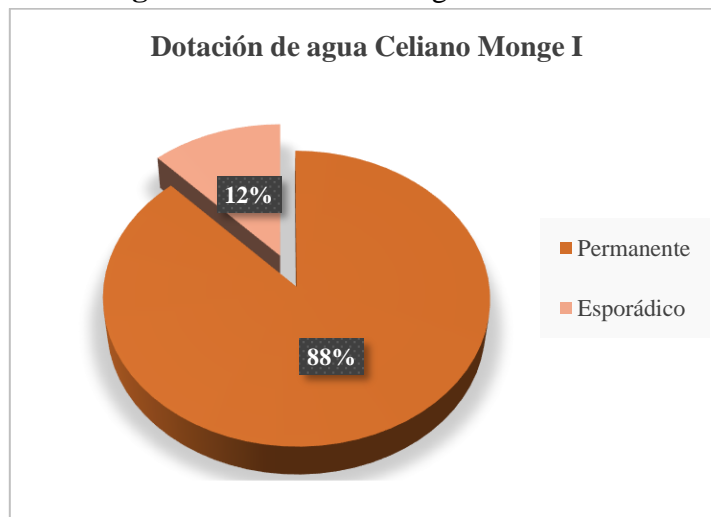
**Tabla 14:** Dotación de agua en el sector

DOTACIÓN DE AGUA	
Permanente	88
Esporádico	12
TOTAL	100

Fuente: Yessenia Medina

Elaborado por: Yessenia Medina

**Figura 26:** Dotación de agua en el sector



Fuente: Yessenia Medina

Elaborado por: Yessenia Medina

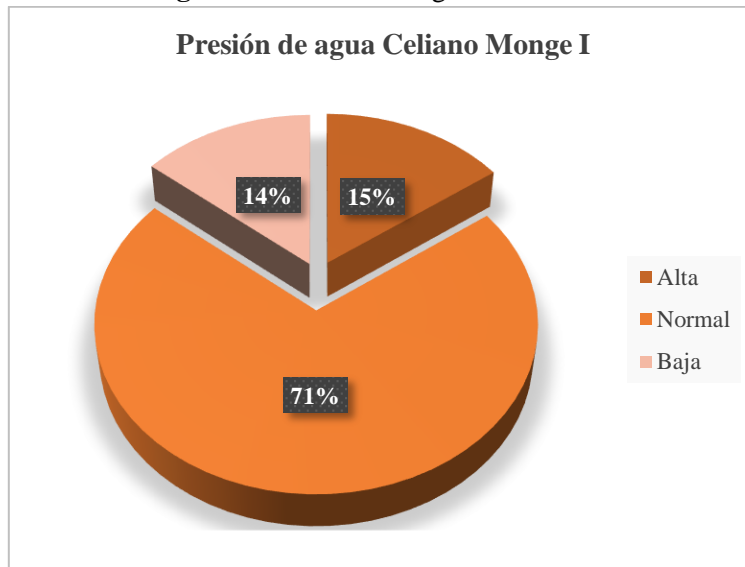
**Tabla 15:** Presión del agua en el sector

<b>PRESIÓN DE AGUA</b>	
<b>Alta</b>	15
<b>Normal</b>	71
<b>Baja</b>	14
<b>TOTAL</b>	100

**Fuente:** Yessenia Medina

**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Figura 27:** Presión de agua en el sector



**Fuente:** Yessenia Medina

**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Interpretación:**

Los residentes del sector Celiano Monge I al realizar las encuestas nos supieron dar su opinión sobre la dotación y presión del agua en el sector en estudio, como lo muestro en la tabla 14 y en la figura 26 tienen una dotación de agua permanente, al analizar los resultados se obtuvo que, el 88 % de los residentes tienen una dotación permanente y el 12 % tienen una dotación esporádica, es decir que de los 100 residentes encuestados 88 residencias presentan dotaciones permanentes y 12 esporádicos.

Para la presión del agua, como podemos ver en la tabla 15 y la figura 27, el 71 % de las residencias presentan una presión alta, 15% una presión normal y el 14% una presión baja, esto nos dice que la presión de agua para el sector Celiano Monge I es en su mayoría alta, con 71 residencias con la presión alta de 100 encuestadas.

#### **4.3.2. Análisis de la información de los volúmenes de agua potable.**

Así como se realizó la encuesta a los usuarios residenciales del sector en estudio, se procedió a realizar la medición del volumen de agua potable consumida en un periodo de dos meses, para poder cumplir con los objetivos del presente estudio.

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.

##### **4.3.2.1. Consumo diario (m<sup>3</sup>)**

El consumo diario de agua potable es la dotación que utilizan los usuarios sin considerar pérdidas en las unidades sanitarias y los accesorios correspondientes a los sistemas de distribución.

Para el consumo diario de volumen de agua del sector Celiano Monge I se lo realizó en los dos meses de recorrido, durante los 7 días de la semana, en las 100 residencias escogidas para el estudio, con estos datos válidos y completos de consumo diario se realizó un promedio diario de consumo y un promedio por usuario, se lograron obtener valores como consumos máximos y mínimos por cada residencia, y una medida de consumo para todos los consumos diarios del sector.

La tabla 16 que se presenta posteriormente, corresponde al formato de consumo diario por cada medidor, el mismo que consta de la siguiente manera:

En la parte superior se encuentra la enumeración de los medidores registrados durante los 60 días que duró la recolección de información, los mismos que suman un total de 100, correspondientes a los 100 medidores ya mencionado anteriormente.

La primera columna de la izquierda corresponde al número de días obtenidos de las diferencias de caudales entre los 60 días, ya que se trata de la diferencia de consumo entre

el segundo día con respecto al primer día se obtuvo un total de 59 días, se puede observar de la misma manera en las columnas siguientes la fecha y los días en los que se realizó el registro de datos.

En la parte derecha de la tabla, se aprecian los valores promedios de cada uno de los 59 días correspondientes a los 100 medidores seleccionados. Consta también de los valores máximos de caudales respectivamente.

En la parte inferior de la tabla se aprecia los respectivos promedios de consumo diario, los valores de caudal máximo y mínimo junto con la fecha que se dio el consumo, también se presenta los valores de la varianza, desviación estándar, mediana, cuartil 1-3, coeficiente de variación, etc.

Tabla 16: Consumo diario (m3)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto de Investigación: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I

Sector de estudio: Celiano Monge I Parroquia: Urbana  
Realizado por: Yessenia Medina

NÚMERO DE DÍAS			CONSUMO DIARIO POR MEDIDORES m <sup>3</sup> /día																																									
IDEN	FECHA	DÍA	NÚMERO DE USUARIOS																																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1	21/5/2018	LUNES	0.699	1.166	0.129	0.191	0.175	1.207	0.161	0.624	0.532	0.346	0.936	1.286	0.249	0.525	0.414	0.942	0.050	2.632	3.474	0.531	0.446	1.276	1.091	0.522	0.135	0.805	0.902	0.386	0.572	1.286	1.994	0.750	6.194	1.962	1.005	0.264	0.123	1.051	0.273	0.453	0.795	1.190
2	22/5/2018	MARTES	0.749	1.473	0.515	2.653	0.243	0.428	1.322	0.227	0.108	1.077	0.566	0.216	0.245	0.489	0.496	1.542	0.339	0.514	3.270	0.251	0.051	0.413	0.078	4.811	0.882	0.135	0.951	0.589	0.058	0.781	0.838	0.549	0.261	0.290	0.118	0.168	0.118	0.934	0.182	0.109	0.278	1.091
3	23/5/2018	MIÉRCOLES	0.501	0.711	0.994	2.318	0.465	0.332	2.293	0.909	0.558	0.708	1.732	0.429	1.345	0.270	1.201	1.629	0.236	0.587	1.161	0.018	0.318	0.704	0.087	1.227	1.375	0.441	3.007	0.177	0.528	2.203	0.980	0.591	0.304	0.060	3.678	0.170	1.112	0.933	0.915	0.047	0.370	1.063
4	24/5/2018	JUEVES	0.498	1.088	0.977	2.412	0.993	1.396	1.934	0.900	0.151	0.513	0.226	0.000	1.993	0.128	0.391	0.749	0.886	0.150	0.171	0.413	0.290	0.450	0.221	0.867	0.525	0.109	0.160	0.043	0.332	0.768	0.236	0.333	0.558	0.447	5.947	0.782	0.570	0.607	2.872	0.176	0.262	0.881
5	25/5/2018	VIERNES	0.292	0.661	1.378	1.595	0.602	0.291	0.768	0.349	0.190	1.171	0.342	0.041	0.621	0.064	0.467	1.326	0.612	1.490	0.353	0.287	0.210	0.547	0.000	0.420	0.679	0.063	0.358	0.417	0.800	0.399	0.359	0.262	0.088	0.000	0.571	0.177	1.128	0.568	1.596	0.318	0.789	
6	26/5/2018	SABADO	0.280	1.584	2.386	2.725	0.276	0.276	2.861	0.653	0.551	1.104	0.455	0.647	1.325	0.091	1.544	2.729	0.742	1.120	0.125	0.327	0.070	0.593	0.058	1.190	1.437	0.106	0.582	0.191	0.335	2.587	0.194	1.252	0.072	0.051	0.290	0.530	0.587	1.098	0.101	0.165	0.573	1.315
7	27/5/2018	DOMINGO	0.347	0.886	1.320	2.499	0.050	0.254	1.801	1.767	0.119	0.448	0.516	0.393	0.439	1.448	0.315	1.440	0.532	0.620	0.279	0.301	0.090	0.892	0.098	1.502	1.302	0.609	1.537	0.888	0.398	1.053	0.367	1.292	0.083	0.548	3.835	0.627	0.100	0.986	0.962	0.230	0.863	0.964
8	28/5/2018	LUNES	0.177	1.223	1.765	2.846	0.098	0.417	1.860	1.094	0.254	0.650	0.678	0.583	0.617	0.426	0.901	1.772	0.385	0.630	0.355	0.389	0.190	0.449	0.093	0.834	1.846	0.081	1.569	1.608	0.547	1.435	0.831	1.505	0.141	0.340	6.268	0.530	0.264	1.018	1.571	0.098	1.190	1.143
9	29/5/2018	MARTES	0.621	0.691	1.095	2.388	0.136	0.236	1.551	1.158	0.687	0.596	1.408	0.151	0.518	0.028	0.973	0.810	0.341	1.530	0.159	0.366	0.005	0.958	0.061	2.021	0.541	0.062	1.903	0.069	0.262	0.907	1.168	0.234	0.926	0.381	4.213	0.182	0.213	0.368	0.549	0.089	0.430	0.907
10	30/5/2018	MIÉRCOLES	0.558	1.177	0.676	3.464	0.109	0.728	2.103	0.379	0.417	0.640	0.357	0.418	0.993	1.415	2.734	0.757	0.035	0.949	0.109	0.276	0.208	0.430	0.026	1.646	1.356	0.048	2.430	0.119	0.623	0.951	0.729	0.218	0.756	0.010	2.794	0.398	1.038	0.958	0.083	0.276	0.685	
11	31/5/2018	JUEVES	0.658	0.298	2.119	2.103	0.360	0.077	2.360	1.284	0.333	0.745	0.076	0.259	0.921	0.316	0.698	2.204	1.219	0.055	0.691	0.315	0.792	0.335	0.057	0.530	0.530	0.090	1.162	0.236	0.070	1.432	0.955	2.256	2.122	0.111	3.820	0.224	0.027	0.423	2.491	1.042	0.120	0.533
12	1/6/2018	VIERNES	0.592	0.605	1.099	4.122	0.435	0.891	1.516	1.548	0.284	1.077	0.403	0.173	0.554	0.143	0.868	1.721	0.584	0.271	0.189	0.471	0.223	0.217	0.019	0.951	1.237	0.070	0.025	0.236	0.405	1.477	0.603	0.503	1.553	0.360	1.132	0.875	0.246	0.528	0.983	0.567	0.218	0.258
13	2/6/2018	SABADO	0.119	0.790	1.298	0.983	0.512	0.377	0.638	0.917	0.695	0.783	0.377	0.296	0.603	0.409	1.079	0.411	0.338	2.153	0.102	0.366	0.776	0.351	0.041	1.506	0.948	0.087	3.876	0.036	0.561	0.591	0.238	0.251	0.916	0.288	0.048	0.603	0.098	0.800	0.577	0.110	0.310	0.164
14	3/6/2018	DOMINGO	0.315	1.614	1.257	2.404	0.244	0.449	2.816	1.447	0.867	0.661	0.462	0.461	0.493	0.590	0.550	2.137	0.324	1.598	0.406	0.356	0.003	0.812	0.077	0.566	1.452	0.063	1.984	0.059	0.283	2.447	0.601	2.246	1.080	0.344	0.102	0.531	0.110	3.083	0.540	0.111	0.295	0.245
15	4/6/2018	LUNES	0.274	1.533	1.207	2.659	0.214	0.700	2.130	0.579	0.335	0.498	1.116	0.580	2.167	0.544	2.518	1.048	0.413	1.417	0.605	0.222	0.000	0.641	0.122	2.771	1.427	0.065	2.559	1.107	0.631	1.058	0.413	0.337	4.061	0.335	0.347	0.631	0.709	4.083	0.908	0.117	0.327	0.256
16	5/6/2018	MARTES	0.189	1.132	1.164	2.382	0.015	0.513	1.739	0.452	0.626	0.413	0.741	0.212	2.299	0.985	0.133	0.923	0.414	0.761	0.131	0.331	0.000	0.484	0.091	0.771	1.055	0.099	1.548	0.184	0.309	0.852	0.268	0.708	0.832	0.137	0.599	0.260	1.978	0.146	0.868	0.320	0.218	0.244
17	6/6/2018	MIÉRCOLES	0.625	1.337	0.954	3.276	0.084	0.591	1.679	0.073	0.229	0.944	1.006	0.252	1.469	0.613	1.478	1.139	0.241	0.234	1.227	0.298	1.268	0.079	0.090	1.385	1.037	0.064	3.665	0.217	0.654	0.643	0.846	0.891	0.233	0.089	1.298	0.496	0.098	0.699	0.338	0.175	0.423	0.983
18	7/6/2018	JUEVES	0.179	0.325	1.053	2.919	0.150	0.668	2.429	0.659	0.831	1.351	0.244	0.077	0.394	0.322	3.450	1.755	0.440	0.002	0.729	0.148	0.000	0.470	0.019	0.770	0.547	0.162	2.477	0.038	0.177	0.266	1.090	1.990	0.011	0.071	1.782	0.816	0.356	0.234	1.772	0.130	0.260	0.407
19	8/6/2018	VIERNES	1.138	1.473	1.613	2.177	0.153	1.845	0.786	0.913	0.205	0.792	0.550	0.252	0.816	0.252	0.947	1.652	1.033	0.081	0.513	0.446	1.823	0.446	0.007	0.672	0.294	0.084	0.788	0.118	0.281	1.396	0.561	1.446	3.574	0.326	0.027	0.594	0.107	1.073	0.135	0.305	0.663	0.569
20	9/6/2018	SABADO	0.183	1.090	0.718	2.673	0.070	0.634	2.033	1.160	0.216	0.688	0.502	0.324	1.121	0.609	13.276	1.028	0.316	1.461	0.488	0.273	0.000	0.608	0.089	3.659	1.649	0.079	1.190	0.076	0.473	0.945	0.262	0.626	0.267	0.403	0.397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.159	0.664	
21	10/6/2018	DOMINGO	0.161	0.830	1.459	2.581	0.033	0.658	1.726	1.396	0.136	0.564	0.534	0.316	0.865	0.456	1.629	1.678	0.360	1.042	0.248	0.299	0.000	0.520	0.086	0.417	1.006	0.027	2.393	1.495	0.492	0.601	0.178	0.822	0.665	0.094	0.308	0.455	0.182	0.680	3.225	0.667	0.878	0.162
22	11/6/2018	LUNES	0.199	0.719	1.249	2.594	0.051	0.739	2.134	2.424	0.272	0.533	1.570	0.219	0.361	0.339	2.139	1.599	0.226	2.039	0.429	0.495	0.000	0.852	0.086	1.185	0.979	0.095	2.642	0.101	0.568	2.300	0.189	0.330	3.197	0.399	0.913	1.406	3.163	0.203	0.977	0.125	0.186	0.183
23	12/6/2018	MARTES	0.161	0.711	1.231	2.404	0.065	1.736	1.571	0.775	0.594	0.553	0.086	0.367	0.776	0.597	1.871	1.178	0.124	0.883	0.699	0.368	0.000	0.338	0.062	1.394	0.851	0.038	1.542	0.039	0.201	1.195	0.146	0.550	1.388	2.107	0.591	0.307	0.362	0.231	0.956	0.083	0.223	0.188
24	13/6/2018	MIÉRCOLES	0.129	1.088	1.338	2.972	0.089	0.494	0.328	0.925	0.917	0.663	0.376	0.245	1.048	0.604	1.301	1.273	0.129	1.199	0.643	0.250	0.000	0.643	0.088	1.540	1.175	0.036	2.086	0.356	0.398	2.326	0.713	1.372	0.858	0.104	1.002	0.504	0.265	0.329	0.027	0.172	0.247	0.374
25	14/6/2018	JUEVES	0.737	0.661	1.066	2.896	0.123	0.652	3.223	0.970	0.719	0.690	0.436	0.210	1.399	0.480	2.829	1.583	0.415	0.001	0.311	0.229	1.025	0.767	0.021	0.525	0.872	0.072	0.635	0.243	0.499	0.815	0.691	1.210	0.072	0.045	0.040	0.246	0.195	0.445	0.561	0.264	0.111	0.576
26	15/6/2018	VIERNES	0.309	1.584	0.639	0.424	0.126	0.563	0.851	0.916	0.700	1.113	0.174	0.201	0.426	0.253	1.215	0.570	0.250	0.024	1.810	0.406	0.989	0.758	0.005	1.189	0.557	0.0																

Tabla 16 (continuación): Consumo diario (m³)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto de Investigación: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR CELIANO MONGE I

Sector de estudio: Celiano Monge I

Parroquia: Urbana

Realizado por: Yessenia Medina



NÚMERO DE DÍAS		NÚMERO DE USUARIOS																																										
IDEN	FECHA	DÍA	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
1	21/5/2018	LUNES	0.365	0.667	1.362	1.256	0.216	1.100	0.491	0.599	1.844	0.849	0.325	2.882	0.409	0.470	1.227	3.301	1.055	2.516	1.126	4.228	0.136	0.327	1.612	0.248	0.697	1.229	0.379	1.479	0.880	0.598	0.428	1.114	3.351	1.463	0.974	0.019	0.936	1.286	0.339	0.240	0.631	2.621
2	22/5/2018	MARTES	0.000	0.070	0.972	0.342	1.268	0.351	0.160	0.517	0.226	0.285	0.752	0.374	0.399	0.703	0.010	1.153	0.740	1.612	1.946	1.399	0.821	0.041	0.220	0.573	0.035	0.337	0.025	0.000	0.231	0.647	0.114	0.977	0.470	0.097	0.843	1.590	2.476	0.305	1.577	0.562	0.090	0.673
3	23/5/2018	MIÉRCOLES	0.472	1.349	0.728	0.363	0.782	1.182	0.664	0.238	0.424	1.293	0.407	0.586	0.911	0.874	0.059	2.186	1.480	1.397	2.197	1.539	0.650	0.030	1.145	1.294	0.030	0.408	0.000	0.000	0.175	0.039	0.070	0.370	3.397	0.221	0.440	0.877	0.106	0.000	0.720	0.478	0.029	0.253
4	24/5/2018	JUEVES	7.711	1.847	0.440	0.301	1.535	0.478	0.974	0.284	0.256	0.034	0.236	0.627	1.358	1.865	0.010	1.118	1.009	1.624	0.820	0.843	0.028	0.039	0.388	0.431	0.000	0.295	0.000	0.711	0.143	1.123	0.357	1.884	0.086	0.026	0.899	0.024	0.607	0.056	0.000	0.218	0.179	0.372
5	25/5/2018	VIERNES	0.930	1.045	0.940	1.283	1.231	0.155	0.294	0.372	0.651	0.022	0.207	0.392	1.037	0.631	0.039	1.574	5.084	1.920	6.686	0.843	0.421	0.020	0.600	0.771	0.000	0.000	0.039	1.274	0.276	0.341	0.292	0.097	1.252	0.191	0.797	0.746	1.562	0.060	5.850	0.110	0.490	0.717
6	26/5/2018	SABADO	0.000	0.106	1.400	0.966	2.112	0.345	0.127	1.334	0.897	0.240	0.067	0.197	0.452	0.545	0.035	1.194	1.838	2.842	2.050	1.623	1.370	0.037	0.675	1.140	0.000	0.700	0.155	0.231	0.086	0.430	0.497	0.808	1.509	0.220	0.704	0.322	1.516	0.638	1.782	0.146	0.405	0.608
7	27/5/2018	DOMINGO	1.080	1.147	1.020	0.657	0.911	0.253	0.372	0.417	0.415	0.008	0.328	1.108	0.249	1.334	0.114	2.089	1.842	2.886	2.416	4.250	1.512	0.050	1.006	0.842	0.079	0.900	0.064	0.438	0.214	0.650	0.512	0.629	1.823	0.160	1.166	2.004	0.962	0.541	0.973	0.128	0.730	1.612
8	28/5/2018	LUNES	1.088	0.184	1.220	0.766	0.474	0.793	0.460	0.246	0.648	0.012	0.069	0.584	0.427	0.550	0.196	1.929	1.748	2.265	2.090	5.556	1.233	0.086	1.112	0.605	0.000	0.764	0.055	0.293	0.294	0.562	0.521	0.383	1.453	0.168	0.322	2.019	1.954	0.000	2.573	1.137	0.628	0.507
9	29/5/2018	MARTES	0.000	0.167	0.510	0.820	3.391	0.434	0.595	0.333	0.304	0.017	0.558	0.330	0.789	0.582	0.060	0.548	0.693	1.816	1.499	12.711	3.324	0.004	0.493	1.096	0.003	0.385	0.053	0.309	0.205	0.594	0.146	0.277	0.572	0.057	0.562	0.766	1.833	0.165	1.481	0.382	0.405	0.376
10	30/5/2018	MIÉRCOLES	1.838	0.244	0.031	0.390	0.185	0.056	1.684	0.909	0.627	0.008	0.162	0.061	0.577	0.811	0.266	0.769	0.372	3.335	0.056	2.139	0.325	0.093	0.767	0.739	0.000	0.168	0.000	0.000	0.148	0.572	0.115	0.714	5.762	0.365	0.793	0.528	0.209	0.377	1.599	0.500	1.425	1.042
11	31/5/2018	JUEVES	2.551	0.041	0.069	0.961	3.245	0.365	0.562	0.674	0.045	0.411	0.430	0.493	1.935	0.015	1.093	1.201	3.502	3.527	2.788	1.256	0.007	0.335	0.598	0.000	0.214	0.000	0.678	0.217	0.544	0.226	1.120	0.130	0.008	0.401	1.724	2.392	1.399	0.640	0.463	0.447	0.102	
12	1/6/2018	VIERNES	0.909	0.194	0.000	1.242	1.811	0.166	0.918	0.414	0.527	0.000	0.526	0.760	0.752	0.127	0.093	1.370	1.250	1.961	1.106	1.567	0.523	0.000	0.229	1.260	0.033	0.005	0.000	0.436	0.280	1.266	0.344	0.724	0.707	0.263	1.064	0.082	1.061	0.474	1.344	0.140	0.883	0.112
13	2/6/2018	SABADO	0.700	0.155	0.000	0.597	1.336	0.335	0.240	0.290	0.692	0.003	0.208	0.938	0.260	1.006	0.104	1.014	1.051	2.251	1.762	2.453	1.139	0.300	0.909	0.474	0.000	0.355	0.068	0.619	0.151	0.392	0.392	1.552	2.109	0.131	0.296	1.548	0.588	0.382	1.208	0.301	0.288	1.007
14	3/6/2018	DOMINGO	12.121	0.148	0.000	0.608	0.000	0.587	0.471	0.356	0.479	0.004	1.606	1.863	0.261	0.673	0.038	1.107	1.048	2.005	2.436	3.323	1.689	0.043	0.094	0.446	0.000	0.166	0.069	0.475	0.211	0.408	0.178	0.030	1.202	0.031	0.588	1.069	0.487	0.000	0.858	0.394	0.305	2.248
15	4/6/2018	LUNES	1.146	0.108	0.000	0.484	0.784	0.244	0.213	0.647	0.750	0.000	0.693	0.243	0.695	1.108	0.162	0.888	2.056	2.136	2.726	3.191	0.582	0.148	2.183	1.086	0.159	0.302	0.024	0.449	0.300	1.035	0.356	0.571	4.967	0.116	0.401	0.447	1.967	0.109	0.173	0.945	1.771	0.736
16	5/6/2018	MARTES	0.725	0.058	0.675	0.557	1.104	0.237	0.753	1.355	1.019	0.000	0.644	0.645	0.283	0.723	0.284	1.108	0.842	2.103	1.412	2.284	1.892	0.037	0.494	1.205	0.040	0.322	0.044	0.177	0.057	0.477	0.080	0.025	1.434	0.538	0.230	0.198	0.822	0.028	0.529	0.225	0.270	0.614
17	6/6/2018	MIÉRCOLES	2.494	0.035	0.717	0.734	1.559	0.420	1.349	0.158	0.485	0.000	0.338	0.419	0.145	0.345	0.023	0.641	1.138	2.469	1.647	1.055	1.131	0.064	0.797	0.554	0.004	0.017	0.152	0.341	0.150	0.550	0.264	0.769	1.907	0.021	0.511	1.340	1.325	0.014	2.410	0.153	0.297	0.414
18	7/6/2018	JUEVES	0.000	0.000	0.609	1.206	2.175	0.141	0.622	1.198	0.387	0.000	0.124	1.361	2.252	1.514	0.019	1.163	0.533	2.486	1.873	1.766	0.639	0.089	0.515	0.671	0.005	0.079	0.076	0.442	0.210	0.670	0.143	1.032	2.643	0.261	0.946	1.459	0.543	0.015	0.195	0.361	2.362	0.701
19	8/6/2018	VIERNES	0.000	0.078	0.000	0.776	0.906	0.343	0.684	0.200	0.171	0.000	0.243	0.520	0.875	0.897	0.009	0.827	2.066	4.890	1.673	0.371	0.472	0.001	0.340	1.322	0.004	0.000	0.135	0.731	0.295	0.432	0.504	0.483	1.460	0.460	0.522	2.337	0.980	0.158	0.272	0.311	3.777	0.629
20	9/6/2018	SABADO	0.000	0.164	0.000	0.319	0.775	0.438	0.222	0.061	0.064	0.000	0.434	0.677	0.861	0.648	0.131	1.411	0.894	2.768	2.257	1.901	1.865	0.035	1.067	0.670	0.003	0.030	0.151	0.465	0.195	0.977	0.152	0.392	3.127	0.650	0.371	1.112	1.519	0.000	3.945	1.607	0.496	1.102
21	10/6/2018	DOMINGO	0.532	0.047	0.008	0.483	0.036	0.562	0.324	0.868	0.313	0.000	1.082	0.856	0.374	0.041	0.339	1.863	1.111	2.361	1.230	3.780	1.504	0.017	0.998	0.454	0.133	0.504	0.107	0.565	0.195	1.151	0.416	1.658	2.596	0.005	0.593	0.179	0.560	0.010	1.365	0.304	1.141	0.960
22	11/6/2018	LUNES	2.596	0.116	1.663	0.396	1.955	0.367	0.248	0.542	0.729	0.683	0.392	0.843	0.511	1.289	0.110	1.508	1.722	0.371	1.533	3.014	1.334	0.082	0.799	0.822	0.006	0.026	0.149	0.245	0.409	0.553	0.197	0.628	2.282	0.235	0.698	0.739	2.787	0.000	0.586	0.164	1.180	1.203
23	12/6/2018	MARTES	0.000	0.127	0.014	0.404	1.203	0.310	0.325	0.160	0.353	0.100	0.245	0.475	0.672	0.592	0.016	1.025	1.265	3.467	3.769	3.330	0.639	0.053	0.867	0.821	0.101	0.006	0.106	0.377	1.254	0.430	0.254	0.601	0.225	0.142	0.541	0.541	1.584	0.001	2.378	0.126	3.376	1.173
24	13/6/2018	MIÉRCOLES	2.683	0.186	0.309	0.910	0.930	0.282	1.407	0.238	0.274	0.000	0.782	0.379	0.282	0.711	0.053	0.728	1.522	1.418	1.746	3.108	0.105	0.069	0.878	0.518	0.000	0.415	0.009	0.162	0.155	0.809	0.307	1.203	2.137	0.185	0.192	0.017	1.141	0.000	1.857	0.187	0.152	0.627
25	14/6/2018	JUEVES	0.260	0.158	1.402	0.541	1.798	0.208	0.831	0.260	0.122	0.053	1.350	0.495	1.054	1.155	0.078	0.719	0.988	6.052	1.862	0.693	0.040	0.054	1.006	0.479	0.000	0.008	0.000	0.158	0.225	0.344	0.156	0.287	0.422	0.109	0.534	1.021	0.517	0.009	2.215	0.031	3.592	0.907
26	15/6/2018	VIERNES	4.595	0.207	0.000	1.286	1.092	0.218	0.306	0.416	0.228	0.000	0.844	1.566	0.693	1.126	0.009	0.875	0.966	1.417	1.152	0.833	0.1																					

Tabla 16 (continuación): Consumo diario (m3)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																				
Sector de estudio: Celiano Monge I										Parroquia: Urbana										
Realizado por: Yessenia Medina																				
CONSUMO DIARIO POR MEDIDORES m <sup>3</sup> /día																				
NÚMERO DE DÍAS			NÚMERO DE USUARIOS																	
IDEN	FECHA	DÍA	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	PROMEDIO DIARIO POR DÍA m <sup>3</sup> /día	VALOR MÁXIMO m <sup>3</sup> /día
1	21/5/2018	LUNES	0.669	1.219	0.796	0.398	0.960	0.387	0.727	0.922	0.155	0.594	1.583	1.004	0.243	0.356	0.644	0.044	0.977	6.19
2	22/5/2018	MARTES	1.291	0.341	0.058	2.760	0.710	0.054	0.681	0.036	0.386	0.186	0.411	0.429	0.812	0.540	0.293	0.013	0.654	4.81
3	23/5/2018	MIÉRCOLES	0.571	0.391	0.000	3.212	0.947	0.174	0.583	0.124	0.549	0.667	0.367	0.664	0.263	1.421	0.066	5.215	0.838	5.22
4	24/5/2018	JUEVES	0.475	0.857	0.000	1.596	0.372	0.287	0.326	0.013	0.301	0.669	0.316	0.603	0.369	0.000	0.212	1.970	0.730	7.71
5	25/5/2018	VIERNES	0.076	0.112	0.020	2.587	0.483	1.735	1.401	0.026	0.345	0.311	0.259	0.588	0.417	0.000	0.265	1.135	0.743	6.69
6	26/5/2018	SABADO	3.064	0.740	0.064	4.463	1.552	0.691	2.197	0.306	0.266	0.240	0.521	0.452	1.187	0.000	0.065	0.805	0.835	4.46
7	27/5/2018	DOMINGO	1.171	0.254	0.038	5.024	2.174	0.692	1.343	0.756	0.360	0.579	0.744	0.402	0.613	0.000	0.677	1.848	0.910	5.02
8	28/5/2018	LUNES	0.493	2.326	0.050	8.378	1.082	1.620	1.273	1.066	0.280	0.561	0.631	0.374	0.797	1.218	0.014	0.874	0.997	8.38
9	29/5/2018	MARTES	0.992	0.440	0.064	4.804	0.677	0.615	0.885	0.261	0.182	0.453	0.554	0.335	0.331	0.000	0.250	0.222	0.826	12.71
10	30/5/2018	MIÉRCOLES	0.447	0.565	0.003	7.939	0.917	0.761	1.546	0.130	1.055	1.401	1.099	0.390	0.391	2.193	0.857	1.922	0.865	7.94
11	31/5/2018	JUEVES	0.333	0.380	0.002	4.198	1.429	2.218	0.257	0.605	0.117	0.173	0.450	0.605	0.640	0.038	0.129	0.099	0.848	4.20
12	1/6/2018	VIERNES	0.640	1.167	0.043	6.846	0.599	1.528	1.061	0.014	0.512	0.400	0.506	0.811	0.503	0.565	0.028	2.191	0.750	6.85
13	2/6/2018	SABADO	1.271	0.523	0.058	7.022	1.445	0.706	1.195	0.154	0.286	0.660	0.660	0.279	0.700	2.807	0.336	0.983	0.753	7.02
14	3/6/2018	DOMINGO	0.091	0.210	0.036	5.577	1.157	0.191	1.797	0.281	0.521	0.587	0.760	0.236	0.587	0.000	0.192	1.238	0.881	12.12
15	4/6/2018	LUNES	0.316	0.260	0.014	5.437	0.615	0.486	1.249	0.373	0.564	0.545	0.543	0.716	0.492	0.000	0.134	2.227	0.916	5.44
16	5/6/2018	MARTES	0.599	0.776	0.056	5.595	1.427	1.154	2.184	0.672	0.375	0.645	0.517	0.254	0.452	0.000	0.820	0.475	0.701	5.60
17	6/6/2018	MIÉRCOLES	0.905	0.868	0.000	0.115	0.584	0.117	1.228	0.050	0.414	1.204	0.687	0.242	0.731	0.000	0.700	1.562	0.722	3.66
18	7/6/2018	JUEVES	0.061	0.199	0.000	0.592	1.028	0.227	1.429	0.020	0.359	0.299	0.840	1.206	0.364	0.000	0.655	0.932	0.733	3.45
19	8/6/2018	VIERNES	0.380	0.057	0.008	0.078	1.060	1.129	1.282	0.259	0.674	0.321	0.467	0.740	0.001	0.513	1.852	0.736	0.489	4.89
20	9/6/2018	SABADO	1.343	0.328	0.056	0.518	0.912	0.457	1.676	0.034	0.509	0.681	0.699	0.413	1.197	0.181	0.133	1.387	0.847	13.28
21	10/6/2018	DOMINGO	1.211	0.634	0.067	0.766	0.919	0.897	3.627	0.545	0.580	0.378	0.753	0.285	0.512	2.287	0.439	1.372	0.795	3.78
22	11/6/2018	LUNES	0.593	0.292	0.033	0.158	0.908	0.523	2.564	0.059	0.325	0.690	0.608	0.344	0.848	0.000	0.399	1.302	0.858	3.20
23	12/6/2018	MARTES	0.613	0.488	0.044	0.646	0.402	0.116	2.538	0.160	0.251	0.453	0.725	1.292	0.433	0.000	0.252	1.309	0.727	3.77
24	13/6/2018	MIÉRCOLES	0.404	0.076	0.076	0.174	0.531	0.022	2.453	0.135	0.680	1.020	0.482	0.013	0.787	0.000	0.639	0.667	0.679	3.11
25	14/6/2018	JUEVES	0.526	0.635	0.000	0.136	0.185	1.785	1.468	0.157	0.395	0.312	0.311	0.052	0.257	0.000	0.063	14.007	0.819	14.01
26	15/6/2018	VIERNES	0.743	0.699	0.002	0.312	1.267	1.720	1.531	0.305	0.468	0.354	0.361	0.348	0.595	3.452	0.414	1.400	0.778	4.60
27	16/6/2018	SABADO	0.850	0.313	0.047	0.402	0.859	0.062	0.411	0.244	0.801	0.423	0.469	0.272	1.382	4.444	0.243	0.088	0.711	4.44
28	17/6/2018	DOMINGO	0.531	0.470	0.025	0.243	0.747	0.384	1.198	0.259	0.545	0.274	0.740	0.431	0.263	0.000	0.852	2.761	0.944	11.23
29	18/6/2018	LUNES	1.335	0.253	0.025	1.095	1.404	0.061	0.621	0.105	0.326	1.223	0.406	0.286	0.378	0.000	0.046	1.853	0.814	4.51
30	19/6/2018	MARTES	0.372	0.076	0.017	0.410	0.367	0.121	0.352	0.059	0.317	0.556	0.447	0.153	0.690	0.000	0.262	0.719	0.695	9.26
31	20/6/2018	MIÉRCOLES	0.457	0.385	0.000	0.268	0.888	0.062	0.693	0.047	0.189	0.143	0.766	0.071	0.977	0.000	0.058	2.668	0.833	8.19
32	21/6/2018	JUEVES	0.289	0.931	0.001	0.240	0.957	0.067	0.467	0.002	0.000	1.038	0.371	0.717	0.409	0.000	0.744	0.953	0.709	3.65
33	22/6/2018	VIERNES	0.796	1.019	0.009	0.262	0.650	1.587	1.129	0.045	0.563	0.336	0.330	1.125	0.568	0.000	0.606	6.138	0.816	8.76
34	23/6/2018	SABADO	0.603	0.532	0.061	0.148	1.996	0.108	1.117	0.265	0.577	0.976	0.687	0.645	0.898	0.000	0.213	1.566	0.806	3.44
35	24/6/2018	DOMINGO	1.873	0.662	0.051	0.430	0.968	0.600	0.695	0.041	0.773	0.620	0.501	0.796	0.432	2.492	0.949	4.470	0.878	5.42
36	25/6/2018	LUNES	0.834	0.725	0.093	0.749	1.640	0.820	4.331	0.059	0.003	0.592	0.312	0.018	0.153	3.073	0.206	0.108	0.704	4.33
37	26/6/2018	MARTES	0.405	0.305	0.016	0.721	1.367	0.351	0.034	0.033	0.080	0.319	0.303	0.581	0.718	3.435	0.260	1.528	0.771	5.54
38	27/6/2018	MIÉRCOLES	0.419	0.260	0.000	0.844	0.245	0.248	0.499	0.043	0.612	0.344	0.855	0.405	0.844	0.000	0.810	0.512	0.650	5.37
39	28/6/2018	JUEVES	0.268	0.509	0.000	0.225	0.409	0.114	2.349	0.001	0.586	0.515	0.267	0.005	0.009	0.000	0.872	1.186	0.863	11.25
40	29/6/2018	VIERNES	0.786	0.357	0.010	0.051	0.849	0.105	1.559	0.020	0.467	0.835	0.260	0.558	0.109	0.010	0.141	2.806	0.766	4.88
41	30/6/2018	SABADO	0.495	0.287	0.045	0.267	1.530	0.232	0.820	0.081	0.176	0.422	0.291	0.335	1.676	3.803	0.429	6.332	0.896	6.33
42	1/7/2018	DOMINGO	0.506	0.114	0.037	0.276	1.903	2.175	1.928	0.166	0.255	0.569	1.039	0.630	0.371	11.881	0.317	0.907	1.134	11.88
43	2/7/2018	LUNES	0.345	0.497	0.024	0.122	1.162	0.140	1.594	0.254	0.446	0.656	0.398	1.011	0.399	2.436	0.208	5.351	0.834	9.10
44	3/7/2018	MARTES	1.402	0.320	0.050	0.973	1.035	1.280	0.904	0.050	0.303	0.032	0.904	0.261	0.269	0.294	0.263	0.671	0.671	4.04
45	4/7/2018	MIÉRCOLES	1.253	0.635	0.013	0.334	0.108	0.381	0.123	0.231	0.585	0.503	0.536	0.638	0.704	2.294	0.029	1.268	0.793	5.10
46	5/7/2018	JUEVES	0.272	0.776	0.002	1.234	0.723	0.280	0.386	0.497	1.234	0.593	0.218	0.386	0.609	4.920	0.223	1.033	0.911	9.07
47	6/7/2018	VIERNES	0.514	0.529	0.002	0.105	1.253	0.430	1.926	0.186	0.582	0.771	0.405	0.584	0.183	5.774	0.133	2.130	0.728	5.77
48	7/7/2018	SABADO	0.735	0.210	0.081	0.588	1.340	0.589	0.916	0.201	0.230	0.356	0.465	0.352	0.324	0.000	0.855	1.060	0.770	4.53
49	8/7/2018	DOMINGO	2.943	0.101	0.012	0.851	2.405	0.515	0.416	0.189	0.852	0.663	1.999	0.188	0.000	0.318	3.027	1.036	1.036	12.23
50	9/7/2018	LUNES	0.073	0.691	0.014	0.385	0.281	1.734	0.273	0.000	0.169	0.054	0.313	0.050	0.311	0.000	0.225	0.610	0.660	5.15
51	10/7/2018	MARTES	0.050	0.364	0.087	0.793	0.088	0.778	0.248	0.096	0.115	0.321	0.493	0.139	1.628	0.000	0.178	0.048	0.677	3.65
52	11/7/2018	MIÉRCOLES	0.467	0.048	0.001	0.066	0.906	2.440	0.262	0.017	0.046	0.855	0.266	0.570	0.285	0.000	0.357	2.205	0.787	7.39
53	12/7/2018	JUEVES	0.222	0.622	0.000	1.096	0.391	0.223	0.543	0.054	0.700	0.512	0.026	0.129	0.355	0.798	0.284	1.588	0.714	3.88
54	13/7/2018	VIERNES	0.985	0.403	0.052	0.203	0.565	2.510	0.707	0.212	0.046	0.614	0.131	0.424	0.824	0.123	0.604	0.825	0.986	8.72
55	14/7/2018	SABADO	0.338	0.497	0.031	0.265	0.758	0.074	0.713	0.088	0.368	0.309	0.736	0.535	1.499	0.079	0.061	0.343	0.526	2.47
56	15/7/2018	DOMINGO	0.450	0.383	0.055	0.600	1.175	0.182	0.322	0.029	0.266	0.194	0.086	0.528	1.182	4.348	0.651	1.181	0.928	4.

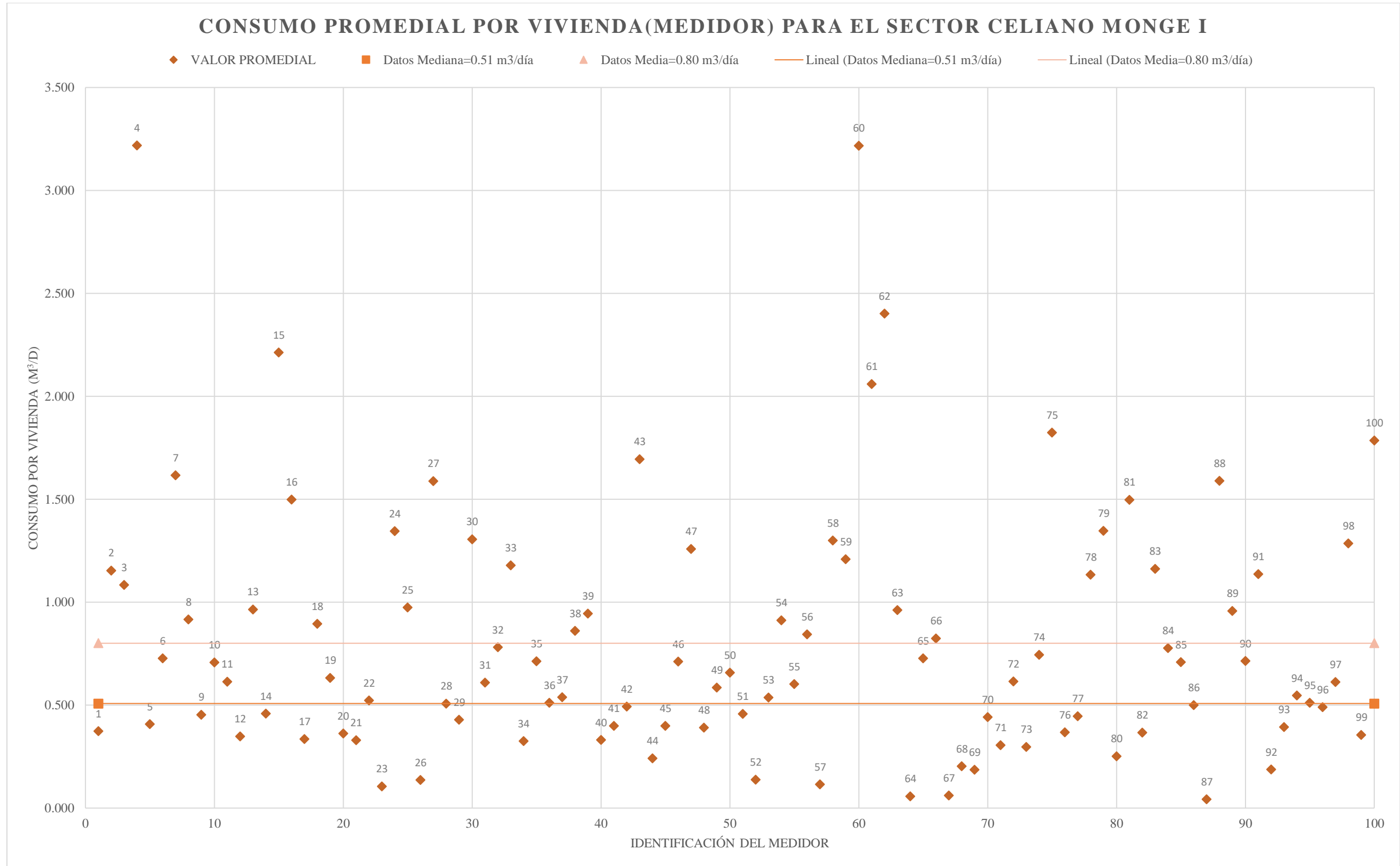


**Tabla 17:** Valores promediales de consumo por medidor

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I			PARROQUIA: URBANA		
VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR (VIVIENDA) PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I					
IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL m <sup>3</sup> /día	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL m <sup>3</sup> /día	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL m <sup>3</sup> /día
1	0.373	36	0.511	71	0.306
2	1.154	37	0.538	72	0.615
3	1.084	38	0.861	73	0.297
4	3.219	39	0.945	74	0.744
5	0.408	40	0.331	75	1.824
6	0.727	41	0.399	76	0.368
7	1.617	42	0.493	77	0.446
8	0.916	43	1.695	78	1.133
9	0.454	44	0.242	79	1.347
10	0.707	45	0.400	80	0.252
11	0.614	46	0.711	81	1.497
12	0.348	47	1.259	82	0.366
13	0.965	48	0.390	83	1.163
14	0.459	49	0.586	84	0.777
15	2.213	50	0.658	85	0.709
16	1.498	51	0.457	86	0.501
17	0.335	52	0.138	87	0.043
18	0.895	53	0.537	88	1.589
19	0.633	54	0.912	89	0.958
20	0.363	55	0.602	90	0.714
21	0.330	56	0.844	91	1.137
22	0.522	57	0.115	92	0.187
23	0.106	58	1.300	93	0.394
24	1.345	59	1.209	94	0.546
25	0.975	60	3.218	95	0.511
26	0.136	61	2.060	96	0.490
27	1.588	62	2.401	97	0.613
28	0.508	63	0.961	98	1.285
29	0.429	64	0.057	99	0.355
30	1.306	65	0.727	100	1.786
31	0.609	66	0.824		
32	0.781	67	0.061		
33	1.178	68	0.203		
34	0.326	69	0.187		
35	0.713	70	0.442		

Fuente: Yessenia Medina  
 Elaborado por: Yessenia Medina

**Figura 28:** Consumo promedio de cada medidor (m<sup>3</sup>)



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

### **Interpretación:**

Como se puede observar en la tabla 16, se obtuvo el valor promedio de consumo diario por vivienda de la parroquia Celiano Monge I, siendo 801 litros por día que equivale a  $0.801 \text{ m}^3/\text{día}$ , además se puede observar un valor de consumo máximo de  $14.01 \text{ m}^3/\text{día}$  que corresponde al día jueves 14 de junio perteneciente al medidor 100, el cual es una vivienda bifamiliar que consta de 8 residentes en la vivienda.

Para el cálculo de una de las medidas de dispersión como la desviación estándar que es una de las más utilizadas en la investigación, para su cálculo se utiliza todos los desvíos con respecto a la media aritmética o promedio. El valor de la desviación estándar nos permite observar que tan disperso son los datos calculados si son mayores nos indica que están muy separados y si el valor es bajo no tiene mucha variación de consumo, se obtuvo el valor de 1.05 esto nos permite analizar que los consumos no están dispersos del consumo promedio calculado.

Además, la tabla 16 muestra los cuartiles que son los tres valores de la variable que dividen al conjunto de datos ordenados en cuatro partes iguales, al analizar el medidor número 100, el cuartil 1, 2 y 3 determinan los valores correspondientes al  $0.693 \text{ m}^3/\text{día}$ , al  $1.268 \text{ m}^3/\text{día}$  y al  $1.946 \text{ m}^3/\text{día}$  de los datos, el cuartil 2 coincide con la mediana de  $1.268 \text{ m}^3/\text{día}$ .

Del mismo modo es posible observar en la figura 28 el consumo promedio por vivienda en  $\text{m}^3/\text{día}$ , en el cual se aprecia el comportamiento de consumo de cada medidor correspondiente al total de la muestra, además se observa que la mayoría de caudales está por debajo de media que es  $0.801 \text{ m}^3/\text{día}$ , al igual se mira que una parte de los caudales se encuentran por encima de la mediana cuyo valor es de  $0.501 \text{ m}^3/\text{día}$ , lo cual indica que en el sector existe un comportamiento de distribución asimétrico.



En la figura 28 correspondiente al comportamiento de consumo promedio por vivienda del sector Celiano Monge I se puede observar que el medidor 4 de la muestra tiene un promedio de  $3.219 \text{ m}^3/\text{día}$ , esto se debe a que es una residencia dedicada al comercio, el promedio de consumo para el medidor 60 es de  $3.218 \text{ m}^3/\text{día}$  este valor de demanda de consumo se debe al número de habitantes que se encuentran residiendo en la vivienda.

#### 4.3.2.2 Consumo semanal



La semana de consumo se obtuvo a partir de los datos de medición de caudal consumido por los usuarios residenciales considerados para el estudio del sector Celiano Monge I en un periodo de los 7 días de la semana por dos meses, con estos datos válidos y completos de consumo se realizó un consumo promedio por día y un consumo promedio en un día.

La tabla 18 presentada a continuación está constituida por el número de medidor que se encuentra en el eje vertical y los días se encuentran en el eje horizontal, a su vez también la tabla presenta el valor promedio de cada uno de los días de la semana de todo el periodo de medición (lunes a domingo), que corresponde a todos los domicilios seleccionados de la muestra, y así poder determinar cuál es el día de mayor consumo en el sector Celiano Monge I.



**Tabla 18:** Consumo semanal de agua potable

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I</b>				<b>PARROQUIA: URBANA</b>				
<b>REALIZADO POR: Y. MEDINA</b>								
<b>VALOR PROMEDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I</b>								
N° Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m <sup>3</sup> )
1	0.258	0.328	0.381	0.402	0.458	0.444	0.341	0.37
2	1.176	1.249	0.890	1.142	1.165	1.332	1.146	1.16
3	1.285	1.155	0.859	0.867	1.239	0.994	1.232	1.09
4	4.852	3.878	2.261	2.911	3.249	3.150	2.304	3.23
5	0.285	0.210	0.451	0.324	0.661	0.441	0.512	0.41
6	0.846	0.643	0.628	0.800	0.759	0.896	0.532	0.73
7	2.086	1.677	1.294	1.579	2.366	0.672	1.680	1.62
8	1.284	0.969	0.940	0.712	0.773	0.825	0.922	0.92
9	0.571	0.362	0.401	0.537	0.484	0.429	0.401	0.45
10	0.731	0.493	0.604	0.687	0.882	0.913	0.684	0.71
11	0.603	0.841	0.668	0.917	0.291	0.385	0.520	0.60
12	0.326	0.470	0.433	0.321	0.308	0.220	0.334	0.34
13	0.832	0.985	1.008	1.261	0.860	0.643	1.121	0.96
14	0.630	0.492	0.438	0.638	0.267	0.222	0.501	0.46
15	2.639	1.551	1.586	2.929	1.730	1.614	3.511	2.22
16	1.630	1.775	1.176	1.014	1.583	2.151	1.224	1.51
17	0.332	0.308	0.198	0.226	0.639	0.420	0.256	0.34
18	1.238	1.210	0.903	0.963	0.258	0.528	1.113	0.89
19	0.333	0.823	0.950	0.780	0.381	0.580	0.501	0.62
20	0.460	0.393	0.330	0.404	0.221	0.419	0.308	0.36
21	0.052	0.230	0.151	0.471	0.319	0.939	0.167	0.33
22	0.449	0.690	0.546	0.484	0.483	0.466	0.518	0.52
23	0.100	0.209	0.083	0.071	0.142	0.073	0.057	0.11
24	1.391	1.360	1.861	1.233	0.798	0.799	1.919	1.34

**Tabla 18 (continuación): Consumo semanal de agua potable**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I</b>				<b>PARROQUIA: URBANA</b>				
<b>REALIZADO POR: Y. MEDINA</b>								
<b>VALOR PROMEDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I</b>								
N° Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m <sup>3</sup> )
25	1.150	0.920	1.000	0.886	1.009	0.733	1.146	0.98
26	0.057	0.165	0.080	0.168	0.140	0.186	0.156	0.14
27	1.905	1.654	1.237	1.712	2.252	0.721	1.656	1.59
28	0.432	0.716	0.400	0.464	0.181	0.660	0.694	0.51
29	0.369	0.562	0.304	0.456	0.386	0.461	0.460	0.43
30	1.711	1.131	1.291	1.366	0.876	1.375	1.406	1.31
31	0.605	0.612	0.519	0.571	0.819	0.671	0.484	0.61
32	0.769	0.849	0.536	0.719	0.983	1.066	0.576	0.79
33	1.041	2.253	1.446	1.303	0.352	1.013	0.658	1.15
34	0.452	0.526	0.455	0.220	0.203	0.207	0.189	0.32
35	0.540	0.962	0.628	1.030	1.510	0.158	0.104	0.70
36	0.480	0.516	0.341	0.553	0.646	0.580	0.476	0.51
37	0.510	0.760	0.627	0.630	0.397	0.346	0.448	0.53
38	1.165	0.544	0.487	1.088	1.012	0.822	0.963	0.87
39	1.724	1.005	0.555	0.502	1.416	1.009	0.500	0.96
40	0.330	0.417	0.198	0.309	0.232	0.683	0.153	0.33
41	0.524	0.498	0.528	0.244	0.229	0.340	0.423	0.40
42	0.342	0.390	0.402	0.642	0.768	0.502	0.407	0.49
43	3.653	0.646	0.316	1.374	3.555	2.055	0.609	1.74
44	0.300	0.200	0.151	0.312	0.270	0.255	0.214	0.24
45	0.416	0.547	0.476	0.280	0.395	0.192	0.478	0.40
46	0.795	0.601	0.554	0.603	0.753	1.024	0.697	0.72
47	1.095	0.888	1.048	1.033	1.874	1.529	1.443	1.27
48	0.406	0.484	0.321	0.445	0.458	0.249	0.359	0.39
49	0.334	0.382	0.373	1.048	0.697	0.784	0.474	0.58
50	0.711	0.621	0.565	0.544	0.881	0.453	0.860	0.66
51	0.499	0.587	0.533	0.472	0.260	0.376	0.445	0.45
52	0.024	0.232	0.115	0.325	0.030	0.005	0.204	0.13
53	0.785	0.409	0.538	0.597	0.629	0.474	0.334	0.54
54	1.132	1.207	0.539	0.998	0.805	0.975	0.730	0.91
55	0.392	0.578	0.594	0.497	1.022	0.654	0.495	0.60
56	0.780	0.811	0.552	0.617	1.586	0.840	0.787	0.85
57	0.118	0.215	0.082	0.162	0.054	0.047	0.114	0.11
58	1.539	1.585	0.796	1.061	1.223	1.606	1.347	1.31
59	1.594	1.300	1.199	0.972	0.772	1.452	1.192	1.21
60	3.161	3.217	3.102	2.876	3.803	3.802	2.619	3.23
61	2.202	1.915	2.308	1.450	2.339	2.379	1.892	2.07
62	3.378	3.318	4.740	1.851	1.060	0.576	1.549	2.35
63	1.553	1.147	1.191	0.709	0.431	0.484	1.193	0.96
64	0.049	0.123	0.045	0.070	0.050	0.012	0.044	0.06
65	0.801	1.110	0.540	0.847	0.576	0.265	0.910	0.72
66	0.863	0.871	0.557	0.536	0.764	1.374	0.866	0.83
67	0.068	0.141	0.050	0.084	0.007	0.019	0.048	0.06
68	0.346	0.302	0.164	0.317	0.116	0.033	0.122	0.20
69	0.250	0.212	0.276	0.081	0.132	0.136	0.220	0.19
70	0.520	0.346	0.324	0.405	0.302	0.753	0.473	0.45

**Tabla 18 (continuación):** Consumo semanal de agua potable

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>SECTOR DE ESTUDIO:</b> CELIANO MONGE I				<b>PARROQUIA:</b> URBANA				
<b>REALIZADO POR:</b> Y. MEDINA								
<b>VALOR PROMEDIO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I</b>								
N° Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m <sup>3</sup> )
71	0.305	0.379	0.374	0.310	0.224	0.330	0.204	0.30
72	0.696	0.676	0.668	0.565	0.510	0.565	0.620	0.61
73	0.267	0.249	0.299	0.247	0.312	0.326	0.395	0.30
74	0.612	0.762	0.472	1.137	0.913	0.525	0.772	0.74
75	2.092	2.571	1.177	2.387	0.877	1.933	1.651	1.81
76	0.417	0.401	0.323	0.269	0.352	0.510	0.318	0.37
77	0.473	0.413	0.387	0.429	0.544	0.502	0.389	0.45
78	1.775	1.079	1.018	0.653	1.257	1.178	1.050	1.14
79	1.655	1.434	1.254	1.466	1.522	1.070	1.011	1.34
80	0.184	0.181	0.274	0.225	0.259	0.189	0.459	0.25
81	1.024	1.232	1.362	1.152	1.251	2.689	1.865	1.51
82	0.453	0.418	0.371	0.278	0.177	0.439	0.431	0.37
83	1.081	0.728	0.928	1.524	1.538	1.591	0.787	1.17
84	1.189	1.033	0.696	0.576	0.427	0.630	0.890	0.78
85	1.097	0.640	0.647	0.598	0.306	0.615	1.087	0.71
86	0.354	0.716	0.404	0.439	0.614	0.543	0.429	0.50
87	0.040	0.117	0.053	0.011	0.001	0.018	0.055	0.04
88	1.721	1.875	1.942	1.444	1.068	1.306	1.709	1.58
89	1.431	1.027	0.799	0.670	0.687	0.841	1.299	0.96
90	0.912	0.651	0.540	0.583	0.650	1.343	0.365	0.72
91	1.416	1.460	0.827	0.909	0.917	1.324	1.131	1.14
92	0.302	0.326	0.178	0.091	0.104	0.133	0.172	0.19
93	0.436	0.281	0.242	0.496	0.462	0.457	0.402	0.40
94	0.507	0.608	0.394	0.783	0.514	0.493	0.508	0.54
95	0.661	0.573	0.460	0.614	0.350	0.340	0.566	0.51
96	0.663	0.457	0.479	0.349	0.463	0.633	0.410	0.49
97	0.519	0.409	0.712	0.678	0.376	0.492	1.108	0.61
98	2.626	1.961	0.474	0.656	0.720	1.241	1.414	1.30
99	0.549	0.229	0.302	0.398	0.398	0.338	0.292	0.36
100	2.100	1.564	0.559	1.851	2.721	2.310	1.571	1.81
<b>VALOR PROMEDIAL POR SECTOR=</b>								<b>0.80</b>
								m <sup>3</sup> /d
<b>CONSUMO PROMEDIO POR DÍA</b>	<b>0.94</b>	<b>0.85</b>	0.71	0.77	0.79	0.79	0.77	<b>VALOR DE LA MEDIANA</b>
	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	

**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Interpretación:**


En la tabla 18 muestra el consumo semanal de los 100 usuarios residenciales escogidos para el estudio, de la cual se obtuvo un consumo promedio por día, entre semana, el día lunes es en donde se presentan los mayores consumos con un 0.94 m<sup>3</sup>/día, esto se debe a

que los días lunes es donde empiezan hacer las labores del hogar como son lavar ropa, cocinar, limpiar el domicilio, etc., mientras que los demás días el consumo es regular con valores de consumo similares, el fin de semana los días domingos el consumo disminuye, esto puede ser debido a que la totalidad de habitantes de cada vivienda permanecen menor tiempo en las mismas, esto puede deberse a los hábitos de descanso y esparcimiento de los moradores en donde aprovechan este días para salir a comer fuera de casa o salir de paseo.



#### 4.3.2.3 Consumo Per cápita

Los valores de consumo per-cápita obtenidos serán de gran utilidad para el cumplimiento de los objetivos planteados en el estudio del trabajo experimental. El consumo per-cápita es un indicador que permite medir analizar los índices de consumo en una población, este consumo está en función de una serie de factores referente a la localidad de estudio y varía según el clima y las costumbres ya que no todas las ciudades van a tener el mismo consumo de agua debido a estos factores.

**Tabla 19:** Valores Per-cápita del consumo de agua potable



										
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I					PARROQUIA: URBANA					
REALIZADO POR: Y. MEDINA										
VALOR PERCÁPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I										
N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m <sup>3</sup> )	Consumo Per - cápita (L/hab/día)
1	2	0.258	0.328	0.381	0.402	0.458	0.444	0.341	0.37	187
2	5	1.176	1.249	0.890	1.142	1.165	1.332	1.146	1.16	231
3	5	1.285	1.155	0.859	0.867	1.239	0.994	1.232	1.09	218
4	11	4.852	3.878	2.261	2.911	3.249	3.150	2.304	3.23	294
5	4	0.285	0.210	0.451	0.324	0.661	0.441	0.512	0.41	103
6	4	0.846	0.643	0.628	0.800	0.759	0.896	0.532	0.73	182
7	7	2.086	1.677	1.294	1.579	2.366	0.672	1.680	1.62	232
8	5	1.284	0.969	0.940	0.712	0.773	0.825	0.922	0.92	184
9	4	0.571	0.362	0.401	0.537	0.484	0.429	0.401	0.45	114
10	5	0.731	0.493	0.604	0.687	0.882	0.913	0.684	0.71	143
11	3	0.603	0.841	0.668	0.917	0.291	0.385	0.520	0.60	201
12	2	0.326	0.470	0.433	0.321	0.308	0.220	0.334	0.34	172
13	4	0.832	0.985	1.008	1.261	0.860	0.643	1.121	0.96	240
14	3	0.630	0.492	0.438	0.638	0.267	0.222	0.501	0.46	152
15	12	2.639	1.551	1.586	2.929	1.730	1.614	3.511	2.22	185
16	6	1.630	1.775	1.176	1.014	1.583	2.151	1.224	1.51	251
17	3	0.332	0.308	0.198	0.226	0.639	0.420	0.256	0.34	113
18	5	1.238	1.210	0.903	0.963	0.258	0.528	1.113	0.89	178
19	3	0.333	0.823	0.950	0.780	0.381	0.580	0.501	0.62	207
20	2	0.460	0.393	0.330	0.404	0.221	0.419	0.308	0.36	181

**Tabla 19 (continuación): Valores Per-cápita del consumo de agua potable**

				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I						PARROQUIA: URBANA				
REALIZADO POR: Y. MEDINA										
VALOR PERCÁPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I										
N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m <sup>3</sup> )	Consumo Per - cápita (L/hab/día)
21	2	0.052	0.230	0.151	0.471	0.319	0.939	0.167	0.33	166
22	5	0.449	0.690	0.546	0.484	0.483	0.466	0.518	0.52	104
23	1	0.100	0.209	0.083	0.071	0.142	0.073	0.057	0.11	105
24`	10	1.391	1.360	1.861	1.233	0.798	0.799	1.919	1.34	134
25	4	1.150	0.920	1.000	0.886	1.009	0.733	1.146	0.98	244
26	1	0.057	0.165	0.080	0.168	0.140	0.186	0.156	0.14	136
27	6	1.905	1.654	1.237	1.712	2.252	0.721	1.656	1.59	265
28	4	0.432	0.716	0.400	0.464	0.181	0.660	0.694	0.51	127
29	3	0.369	0.562	0.304	0.456	0.386	0.461	0.460	0.43	143
30	6	1.711	1.131	1.291	1.366	0.876	1.375	1.406	1.31	218
31	5	0.605	0.612	0.519	0.571	0.819	0.671	0.484	0.61	122
32	4	0.769	0.849	0.536	0.719	0.983	1.066	0.576	0.79	196
33	7	1.041	2.253	1.446	1.303	0.352	1.013	0.658	1.15	165
34	2	0.452	0.526	0.455	0.220	0.203	0.207	0.189	0.32	161
35	5	0.540	0.962	0.628	1.030	1.510	0.158	0.104	0.70	141
36	3	0.480	0.516	0.341	0.553	0.646	0.580	0.476	0.51	171
37	5	0.510	0.760	0.627	0.630	0.397	0.346	0.448	0.53	106
38	4	1.165	0.544	0.487	1.088	1.012	0.822	0.963	0.87	217
39	6	1.724	1.005	0.555	0.502	1.416	1.009	0.500	0.96	160
40	2	0.330	0.417	0.198	0.309	0.232	0.683	0.153	0.33	166
41	3	0.524	0.498	0.528	0.244	0.229	0.340	0.423	0.40	133
42	2	0.342	0.390	0.402	0.642	0.768	0.502	0.407	0.49	247
43	8	3.653	0.646	0.316	1.374	3.555	2.055	0.609	1.74	218
44	2	0.300	0.200	0.151	0.312	0.270	0.255	0.214	0.24	122
45	2	0.416	0.547	0.476	0.280	0.395	0.192	0.478	0.40	199
46	4	0.795	0.601	0.554	0.603	0.753	1.024	0.697	0.72	180
47	6	1.095	0.888	1.048	1.033	1.874	1.529	1.443	1.27	212
48	2	0.406	0.484	0.321	0.445	0.458	0.249	0.359	0.39	195
49	5	0.334	0.382	0.373	1.048	0.697	0.784	0.474	0.58	117
50	3	0.711	0.621	0.565	0.544	0.881	0.453	0.860	0.66	221
51	3	0.499	0.587	0.533	0.472	0.260	0.376	0.445	0.45	151
52	1	0.024	0.232	0.115	0.325	0.030	0.005	0.204	0.13	134
53	3	0.785	0.409	0.538	0.597	0.629	0.474	0.334	0.54	179
54	5	1.132	1.207	0.539	0.998	0.805	0.975	0.730	0.91	182
55	5	0.392	0.578	0.594	0.497	1.022	0.654	0.495	0.60	121
56	3	0.780	0.811	0.552	0.617	1.586	0.840	0.787	0.85	285
57	1	0.118	0.215	0.082	0.162	0.054	0.047	0.114	0.11	113
58	6	1.539	1.585	0.796	1.061	1.223	1.606	1.347	1.31	218
59	5	1.594	1.300	1.199	0.972	0.772	1.452	1.192	1.21	242
60	12	3.161	3.217	3.102	2.876	3.803	3.802	2.619	3.23	269
61	8	2.202	1.915	2.308	1.450	2.339	2.379	1.892	2.07	259
62	10	3.378	3.318	4.740	1.851	1.060	0.576	1.549	2.35	235
63	4	1.553	1.147	1.191	0.709	0.431	0.484	1.193	0.96	240
64	1	0.049	0.123	0.045	0.070	0.050	0.012	0.044	0.06	56
65	3	0.801	1.110	0.540	0.847	0.576	0.265	0.910	0.72	240
66	3	0.863	0.871	0.557	0.536	0.764	1.374	0.866	0.83	278
67	1	0.068	0.141	0.050	0.084	0.007	0.019	0.048	0.06	60

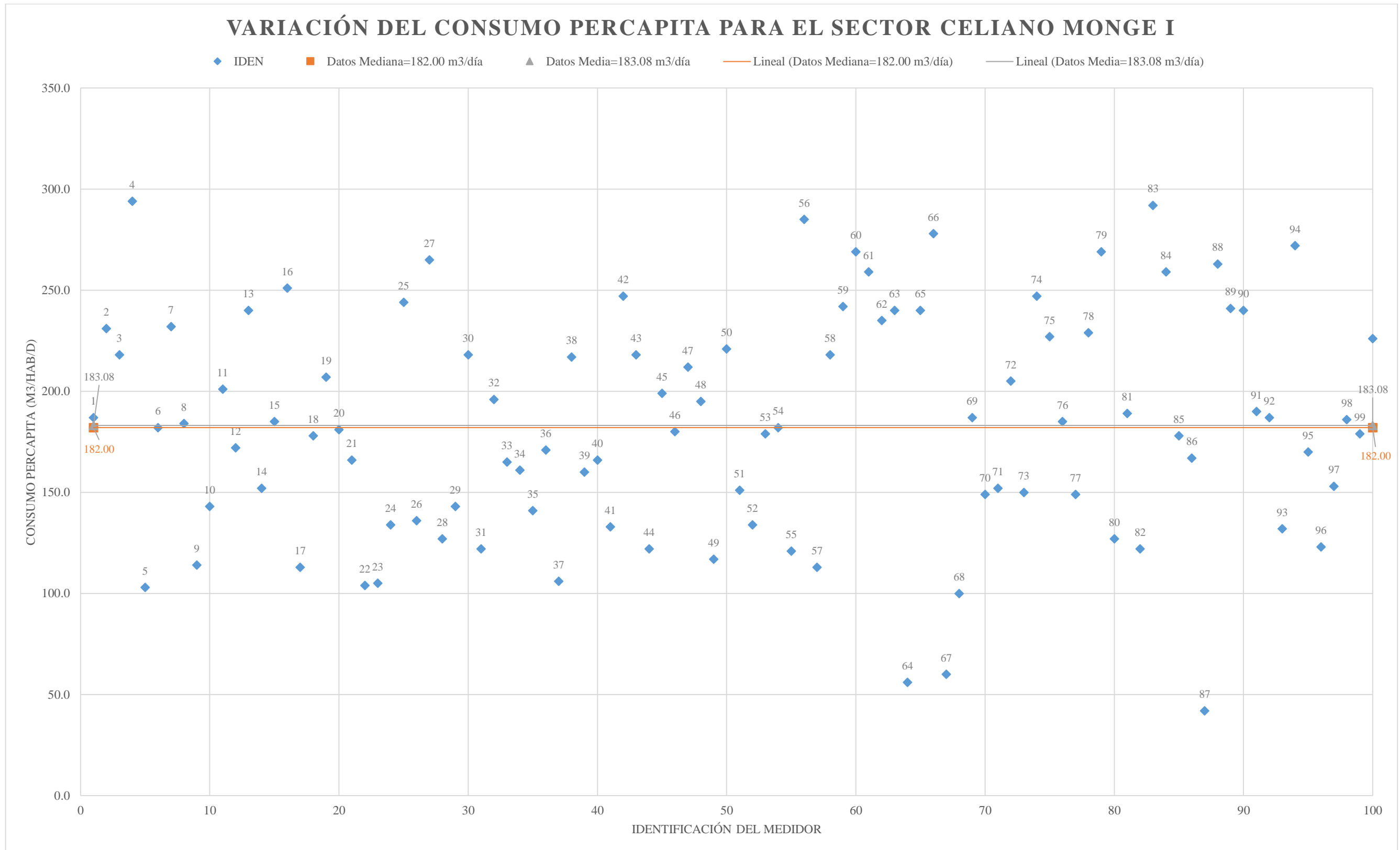


**Tabla 19 (continuación): Valores Per-cápita del consumo de agua potable**

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I						PARROQUIA: URBANA				
REALIZADO POR: Y. MEDINA										
VALOR PERCÁPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CELIANO MONGE I										
N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m <sup>3</sup> )	Consumo Per - cápita (L/hab/día)
68	2	0.346	0.302	0.164	0.317	0.116	0.033	0.122	0.20	100
69	1	0.250	0.212	0.276	0.081	0.132	0.136	0.220	0.19	187
70	3	0.520	0.346	0.324	0.405	0.302	0.753	0.473	0.45	149
71	2	0.305	0.379	0.374	0.310	0.224	0.330	0.204	0.30	152
72	3	0.696	0.676	0.668	0.565	0.510	0.565	0.620	0.61	205
73	2	0.267	0.249	0.299	0.247	0.312	0.326	0.395	0.30	150
74	3	0.612	0.762	0.472	1.137	0.913	0.525	0.772	0.74	247
75	8	2.092	2.571	1.177	2.387	0.877	1.933	1.651	1.81	227
76	2	0.417	0.401	0.323	0.269	0.352	0.510	0.318	0.37	185
77	3	0.473	0.413	0.387	0.429	0.544	0.502	0.389	0.45	149
78	5	1.775	1.079	1.018	0.653	1.257	1.178	1.050	1.14	229
79	5	1.655	1.434	1.254	1.466	1.522	1.070	1.011	1.34	269
80	2	0.184	0.181	0.274	0.225	0.259	0.189	0.459	0.25	127
81	8	1.024	1.232	1.362	1.152	1.251	2.689	1.865	1.51	189
82	3	0.453	0.418	0.371	0.278	0.177	0.439	0.431	0.37	122
83	4	1.081	0.728	0.928	1.524	1.538	1.591	0.787	1.17	292
84	3	1.189	1.033	0.696	0.576	0.427	0.630	0.890	0.78	259
85	4	1.097	0.640	0.647	0.598	0.306	0.615	1.087	0.71	178
86	3	0.354	0.716	0.404	0.439	0.614	0.543	0.429	0.50	167
87	1	0.040	0.117	0.053	0.011	0.001	0.018	0.055	0.04	42
88	6	1.721	1.875	1.942	1.444	1.068	1.306	1.709	1.58	263
89	4	1.431	1.027	0.799	0.670	0.687	0.841	1.299	0.96	241
90	3	0.912	0.651	0.540	0.583	0.650	1.343	0.365	0.72	240
91	6	1.416	1.460	0.827	0.909	0.917	1.324	1.131	1.14	190
92	1	0.302	0.326	0.178	0.091	0.104	0.133	0.172	0.19	187
93	3	0.436	0.281	0.242	0.496	0.462	0.457	0.402	0.40	132
94	2	0.507	0.608	0.394	0.783	0.514	0.493	0.508	0.54	272
95	3	0.661	0.573	0.460	0.614	0.350	0.340	0.566	0.51	170
96	4	0.663	0.457	0.479	0.349	0.463	0.633	0.410	0.49	123
97	4	0.519	0.409	0.712	0.678	0.376	0.492	1.108	0.61	153
98	7	2.626	1.961	0.474	0.656	0.720	1.241	1.414	1.30	186
99	2	0.549	0.229	0.302	0.398	0.398	0.338	0.292	0.36	179
100	8	2.100	1.564	0.559	1.851	2.721	2.310	1.571	1.81	226
<b>PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA</b>	<b>4.11</b>	<b>VALOR PROMEDIAL POR SECTOR =</b>							<b>0.80</b> m <sup>3</sup> /día	<b>183.08</b> L/hab/día
<b>CONSUMO PROMEDIO POR DÍA</b>		0.94 m <sup>3</sup> /día	0.85 m <sup>3</sup> /día	0.71 m <sup>3</sup> /día	0.77 m <sup>3</sup> /día	0.79 m <sup>3</sup> /día	0.79 m <sup>3</sup> /día	0.77 m <sup>3</sup> /día	<b>VAL. DE LA MEDIANA</b>	<b>182.000</b> L/hab/día

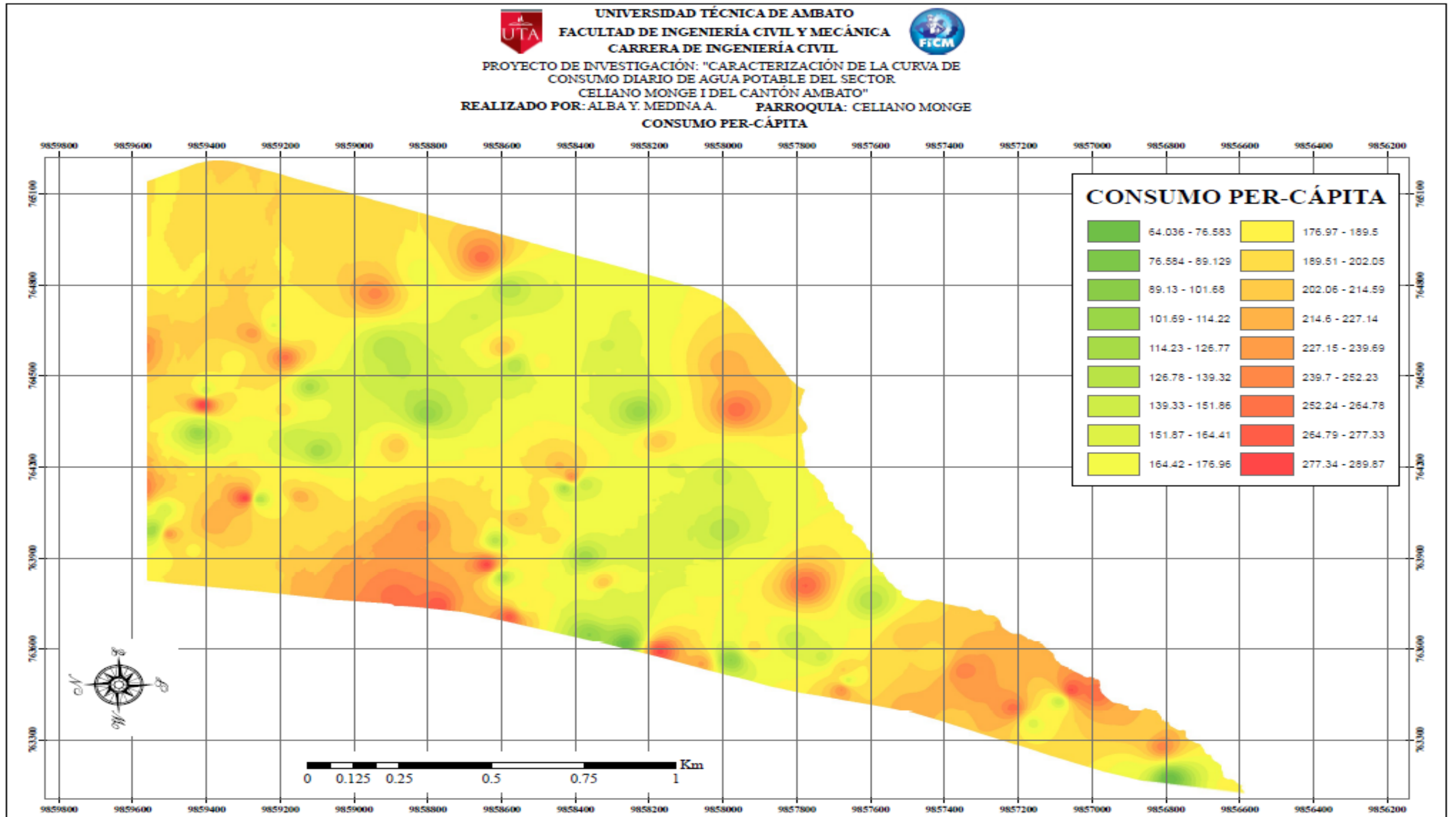
Fuente: Yessenia Medina  
 Elaborado por: Yessenia Medina

**Figura 29:** Variación del consumo per-cápita



**Fuente:** Yessenia Medina  
**Elaborado por:** Yessenia Medina

Figura 30: Representación del consumo per-cápita



Fuente: Yessenia Medina  
 Elaborado por: Yessenia Medina

### **Interpretación:**



En la figura 29 se puede observar los puntos dispersos de los valores per-cápita de las diferentes residencias del sector. En este estudio en el sector Celiano Monge I se obtuvo un valor máximo de consumo per-cápita de 294.00 L/hab /día, que corresponde a una residencia tipo comercio la cual consta de 11 integrantes en totalidad que corresponde al medidor número 4, este consumo se debe a que el comercio es una pequeña lavandería de ropa que presta los servicios a la comunidad universitaria y los vecinos de los alrededores.

Con los valores promedios de consumo per-cápita se procedió a generar un mapa digital completo, de un sistema de información geográfica de la parroquia Celiano Monge, como muestra la figura 30, en donde las franjas verdes representa a los valores de consumo per-cápita menor, esto se produce en el sector de Huachi “El Belén” ya que esta zona aún no se encuentra consolidada, las franjas amarillas simbolizan a los consumos per-cápita medios y las franjas rojas son los valores de consumo per-cápita más alto para toda la parroquia Celiano Monge, estos valores se producen en la zona norte de la parroquia ya que este sector se encuentra consolidado ya en su totalidad y la mayoría de residencias se dedican al comercio.

#### **4.3.2.4 Consumos horarios.**

La tabla 20 presenta el consumo horario, la misma que refleja el promedio del consumo por cada día de la semana cada tres horas y con el respectivo porcentaje de consumo.

**Tabla 20:** Consumo horario cada 3 horas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I					PARROQUIA: URBANA				
REALIZADO POR: Y. MEDINA									
CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR DE CELIANO MONGE I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE SEMANAL							PRO. POR HORA (L)	% CONSUMO
	LUNES L	MARTES L	MIÉRCOLES L	JUEVES L	VIERNES L	SÁBADO L	DOMINGO L		
0-3	5	8	0	7	0	6	20	6.571	6.7%
3-6	158	135	124	136	198	128	122	143.000	145.7%
6-9	228	270	273	168	232	264	82	216.714	220.7%
9-12	67	53	26	27	59	111	40	54.714	55.7%
12-15	117	42	51	10	147	87	75	75.571	77.0%
15-18	137	124	163	120	98	72	27	105.857	107.8%
18-21	118	150	145	51	197	234	111	143.714	146.4%
21-24	6	20	67	16	107	50	9	39.286	40.0%
<b>TOTAL</b>	836	802	849	535	1038	952	486	<b>PROM.</b>	<b>98.18</b>
<b>Promedio</b>	104.50	100.25	106.13	66.87	129.75	119.00	60.75		
<b>Máximo</b>	228	270	273	168	232	264	122		
<b>Mínimo</b>	5.00	8.00	26.00	7.00	59.00	6.00	9.00		

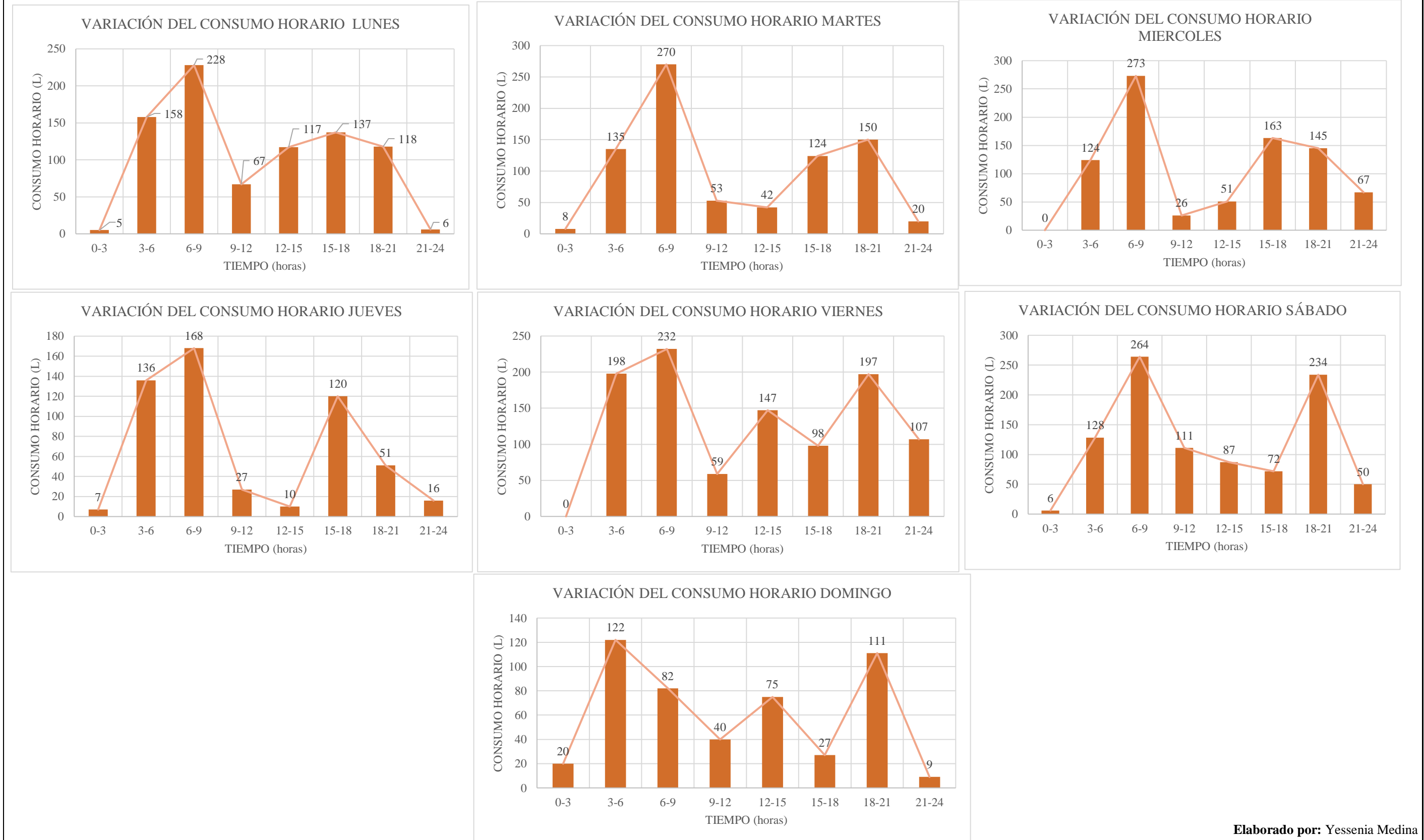
Elaborado por: Yessenia Medina

Fuente: Yessenia Medina

**Figura 31:** Variación de consumo cada 3 horas



VARIACIÓN DEL CONSUMO POR HORA Y POR DIA EN EL SECTOR CELIANO MONGE I



### **Interpretación:**

De la figura 31 se aprecia un comportamiento típico en los volúmenes de agua de lunes a viernes, el cual se hace uso de servicio de agua potable en horas de la mañana y en la noche, el comportamiento de los fines de semana es único para cada caso

Los mayores consumos de agua potable de lunes a viernes en horas de la mañana se dan en intervalos de tiempo de 03:00 a 06:00 horas y 06:00 a 09:00 horas, en la noche en los intervalos de 18:00 a 21:00 horas. El mayor volumen de agua consumido en la mañana es de 273 litros el día miércoles en el intervalo de 06:00 a 09:00 horas, en la noche para el intervalo de 18:00 a 21:00 horas, el mayor consumo se presentó el día viernes con un valor de 197 litros, esto se debe a los hábitos de los residentes ya que en la mañana utilizan el servicio de agua potable para su aseo personal y preparación del desayuno, al igual que para la noche en donde preparan la cena.

Para los fines de semana el mayor valor de consumo de agua potable se presentó el día sábado en el intervalo de tiempo de 06:00 a 09:00 horas con 264 litros y para horas de la noche con un consumo de 234 litros en el intervalo de 18:00 a 21:00 horas

#### **4.3.2.5 Extrapolación de consumos medios diarios.**

La estimación de caudales máximos asociados a determinados periodos de retorno de diseño es fundamental en muchas aplicaciones de ingeniería. El análisis de frecuencias probabilísticas tiene la finalidad de estimar caudales máximos, según sea el caso para diferentes periodos de retorno, normalmente se aborda haciendo uso de las distribuciones probabilísticas más usuales como son Gumbel Y Pearson III

La tabla 21 se realiza las proyecciones de consumo promedio en L/día, al igual que el consumo per-cápita en L/hab/día para periodos de 2, 5, 10, 20 y 30 años

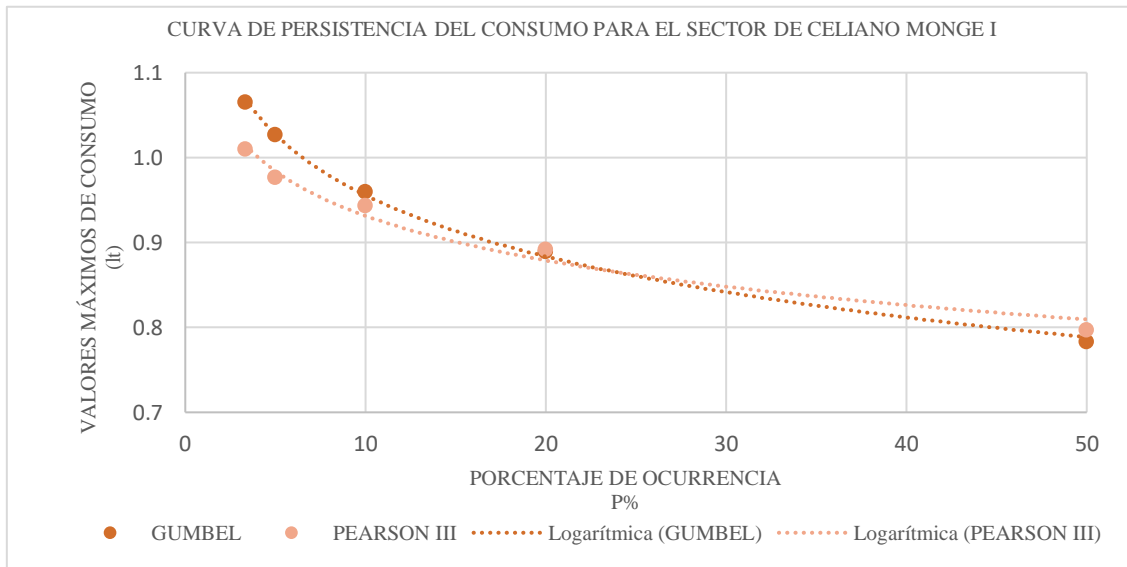
**Tabla 21:** Extrapolación de consumos medios diarios

METODO GUMBEL		METODO PEARSON III				VALOR PROM. m <sup>3</sup> /d	CONSUMO PERCAPITA L/hab/día		
PERIODO RETORNO	P %	Yp%	CONSUMO FUTURO m <sup>3</sup> /d	PERIODO RETORNO	P %			Ø	CONSUMO FUTURO m <sup>3</sup> /d
2	50.000	0.3667	0.783	2	50.000	-0.0315	0.797	0.790	192.27
5	20.000	1.5003	0.889	5	20.000	0.8311	0.892	0.891	216.68
10	10.000	2.2509	0.959	10	10.000	1.3001	0.943	0.951	231.48
20	5.000	2.9709	1.027	20	5.000	1.6034	0.977	1.002	243.72
30	3.333	3.3850	1.066	30	3.333	1.9066	1.010	1.038	252.48

Elaborado por: Yessenia Medina

Fuente: Yessenia Medina

**Figura 32:** Extrapolación de consumos medios diarios



Elaborado por: Yessenia Medina

Fuente: Yessenia Medina

**Interpretación:**

Para valores promediales de consumo por medidor (vivienda) para el sector Celiano Monge I se realizó con los métodos ya mencionados, en la tabla 21 y figura 32 se puede observar los diferentes periodos de retorno para el cual se analizó los consumos futuros como son; 2, 5, 10, 20 y 30 años, al realizar los dos métodos da como resultado 0.783 m<sup>3</sup>/d, para un periodo de retorno de 2 años, 0.889 m<sup>3</sup>/día para un periodo de retorno de 5 años, 0.959 m<sup>3</sup>/día para un periodo de retorno de 10 años, 1.027 m<sup>3</sup>/día para un periodo de retorno de 20 años y 1.066 m<sup>3</sup>/día para un periodo de retorno de 30 años., estos valores





representan al método de Gumbel. Para el método de Pearson III se realiza el mismo análisis, obteniendo valores de consumo futuro de 0.797 m<sup>3</sup>/día, 0.892 m<sup>3</sup>/día, 0.943 m<sup>3</sup>/día, 0.977 m<sup>3</sup>/día, 1.010 m<sup>3</sup>/día para los mismos periodos de retorno ya mencionados, con estos valores de ambos métodos se determinó un consumo per-cápita que dio un resultado de 192.27 L/hab/día para 2 años, para 10 años un consumo de 231.48L/hab/día y de igual forma 30 años un consumo de 252.48L/hab/día.

#### 4.3.2.6 Patrones de consumo horario y diario.

Para la determinación de los patrones de consumo horario y diario se utilizaron todos los datos de consumo obtenidos en la semana típica de consumo recolectados en el sector, estos valores se producen durante un tiempo, es propio de cada sector en estudio y va depender con los hábitos de consumo de volúmenes de agua de los residentes de cada vivienda, a continuación, se detalla los diferentes patrones de consumo para intervalos de 2, 3 y 4 horas.

##### a) Patrones de consumo horario.

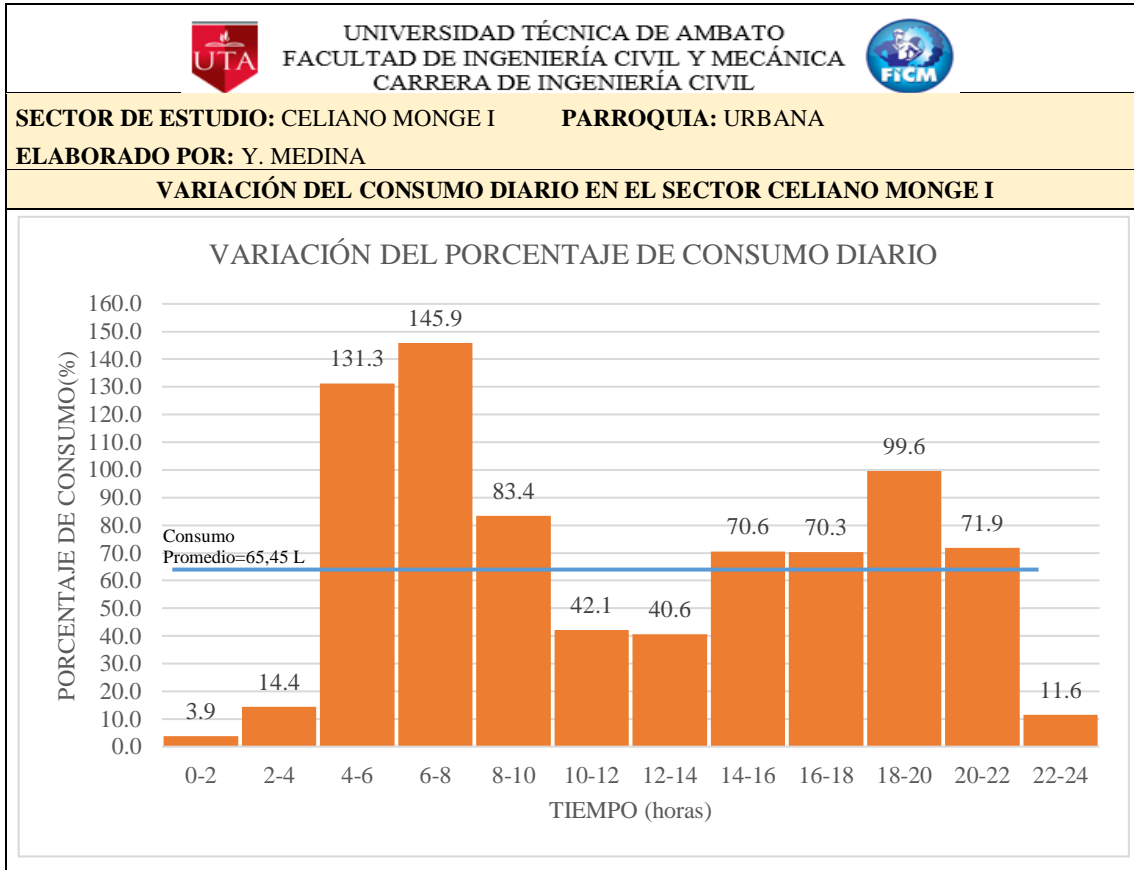
**Tabla 22:** Patrón de consumo cada dos horas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I					PARROQUIA: URBANA				
REALIZADO POR: Y. MEDINA									
CONSUMO HORARIO CADA 2H EN EL SECTOR DE CELIANO MONGE I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE SEMANAL							PROM. POR HORA (L)	% CONSUMO
	LUNES L	MARTES L	MIÉRCOLES L	JUEVES L	VIERNES L	SÁBADO L	DOMINGO L		
0-2	5	8	0	7	0	0	7	3.9	5.9%
2-4	7	7	17	22	13	13	22	12.6	19.2%
4-6	151	128	107	114	185	121	113	106.4	162.6%
6-8	115	103	261	126	215	193	8	115.4	176.4%
8-10	118	208	12	44	31	96	75	83.4	127.5%
10-12	62	12	26	25	45	86	39	80.7	123.3%
12-14	4	29	32	9	120	33	57	40.6	62.0%
14-16	161	73	106	17	47	66	24	74.9	114.4%
16-18	89	64	76	104	78	60	21	70.3	107.4%
18-20	61	87	105	51	162	120	111	99.6	152.1%
20-22	57	80	107	0	95	164	0	91.9	140.3%
22-24	6	3	0	16	47	0	9	5.9	8.9%
<b>TOTAL</b>	836	802	849	535	1038	952	486	<b>PROM. MATRIZ</b>	<b>65.45</b>
<b>Promedio</b>	69.67	66.83	70.75	44.58	86.50	79.33	40.50		
<b>Máximo</b>	161	208	261	126	215	193	113		
<b>Mínimo</b>	4.00	3.00	12.00	7.00	13.00	13.00	7.00		

Elaborado por: Yessenia Medina



Fuente: Yessenia Medina

**Figura 33:** Patrón de consumo cada dos horas



**Elaborado por:** Yessenia Medina  
**Fuente:** Yessenia Medina

**Tabla 23:** Patrón de consumo cada tres horas


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 

**SECTOR DE ESTUDIO:** CELIANO MONGE I      **PARROQUIA:** URBANA  
**REALIZADO POR:** Y. MEDINA

**CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR DE CELIANO MONGE I**

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE SEMANAL							PRO. POR HORA (L)	% CONSUMO
	LUNES L	MARTES L	MIÉRCOLES L	JUEVES L	VIERNES L	SÁBADO L	DOMINGO L		
0-3	5	8	0	7	0	6	20	6.571	6.7%
3-6	158	135	124	136	198	128	122	116.286	118.4%
6-9	228	270	273	168	232	264	82	186.286	189.7%
9-12	67	53	26	27	59	111	40	93.286	95.0%
12-15	117	42	51	10	147	87	75	79.857	81.3%
15-18	137	124	163	120	98	72	27	105.857	107.8%
18-21	118	150	145	51	197	234	111	158.000	160.9%
21-24	6	20	67	16	107	50	9	39.286	40.0%
<b>TOTAL</b>	836	802	849	535	1038	952	486		
<b>Promedio</b>	104.50	100.25	106.13	66.87	129.75	119.00	60.75	<b>PROM.</b>	<b>98.18</b>
<b>Máximo</b>	228	270	273	168	232	264	122		
<b>Mínimo</b>	5.00	8.00	26.00	7.00	59.00	6.00	9.00		

**Elaborado por:** Yessenia Medina  
**Fuente:** Yessenia Medina

**Figura 34:** Patrón de consumo cada tres horas



Elaborado por: Yessenia Medina

Fuente: Yessenia Medina

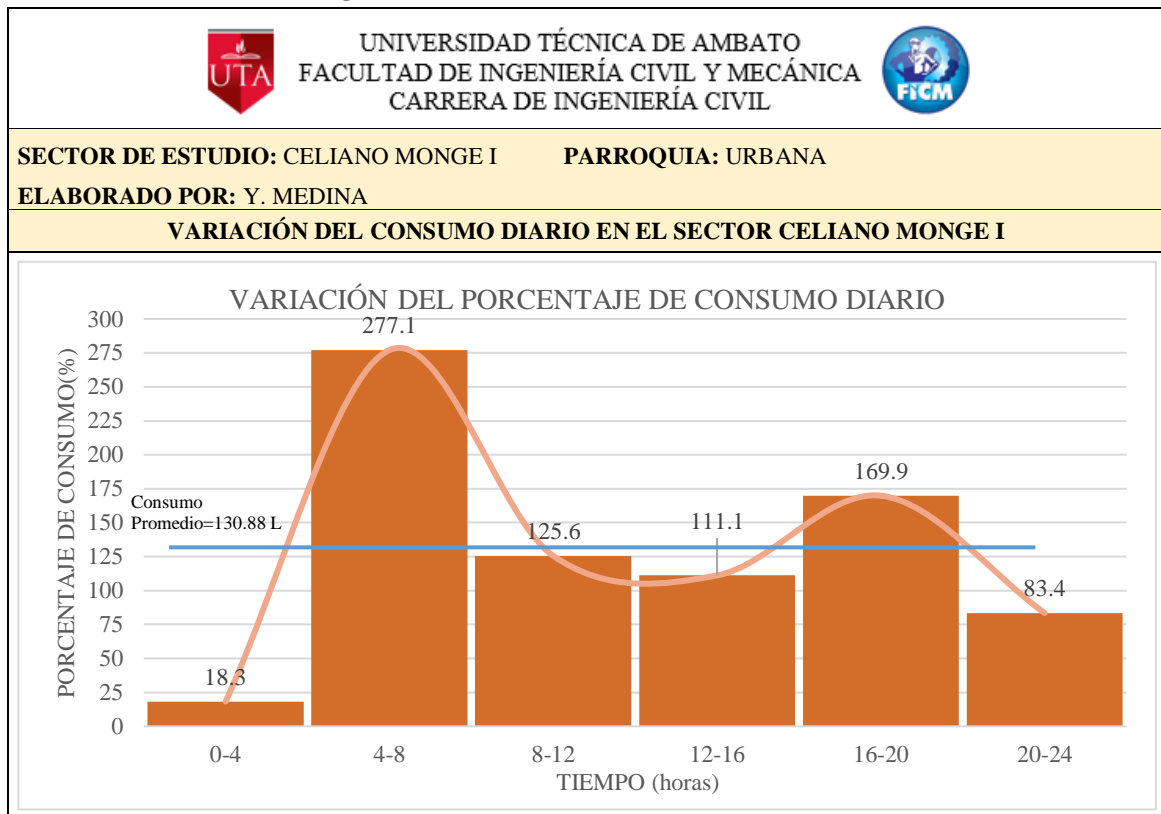
**Tabla 24:** Patrón de consumo cada cuatro horas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I									
REALIZADO POR: Y. MEDINA									
CONSUMO HORARIO CADA 4H EN EL SECTOR DE CELIANO MONGE I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE SEMANAL							PROM. POR HORA (L)	% CONSUMO
	LUNES L	MARTES L	MIÉRCOLES L	JUEVES L	VIERNES L	SÁBADO L	DOMINGO L		
0-4	12	15	17	29	13	13	29	16.4	12.6%
4-8	266	231	368	240	400	314	121	221.9	169.5%
8-12	180	220	38	69	76	182	114	164.1	125.4%
12-16	165	102	138	26	167	99	81	115.4	88.2%
16-20	150	151	181	155	240	180	132	169.9	129.8%
20-24	63	83	107	16	142	164	9	97.7	74.6%
<b>TOTAL</b>	836	802	849	535	1038	952	486		
<b>Promedio</b>	139.33	133.67	141.50	89.17	173.00	158.67	81.00	<b>PROM. MATRIZ</b>	<b>130.90</b>
<b>Máximo</b>	266	231	368	240	400	314	132		
<b>Mínimo</b>	12.00	15.00	17.00	16.00	13.00	13.00	9.00		

Elaborado por: Yessenia Medina

Fuente: Yessenia Medina

**Figura 35:** Patrón de consumo cada cuatro horas



**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Fuente:** Yessenia Medina

### **Interpretación:**

Analizando conjuntamente las figuras 33, 34 y 35, se ha determinado los patrones de consumos horarios para intervalos de 2, 3 y 4 horas, los cuales reflejan el comportamiento del servicio de agua potable de una residencia durante las 24 horas. El consumo empieza a partir de las 4:00 de la mañana hasta que finaliza el día, sin embargo, se puede visualizar dos picos máximos en la mañana y en la noche.

Para analizar de mejor manera el comportamiento de los patrones de consumo, se analizará la figura 34 que corresponde al intervalo de tres horas ya que posee una mejor tendencia trazada en comparación con las demás, esta figura presenta dos picos máximos que son: 06:00 a 09:00 horas y de 18:00 a 21:00 horas, con consumos de 186.29 L y 158 L respectivamente.



Estas variaciones de consumo a lo largo de las 24 horas del día son características del predio puesto que la mayoría de las actividades domésticas se realizan en esos intervalos

de tiempo, los factores socioeconómicos influyen en este comportamiento debido a que en el sector Celiano Monge I los usuarios tienen como costumbre realizar actividades como: aseo personal, preparación de alimentos, limpieza del hogar, entre otros.

**b) Patrones de consumo diario.**

Los resultados de consumo diario han sido obtenidos de la información recolectada en la tabla 16, que corresponde a los 7 días de la semana durante dos meses de recolección de información del consumo de volumen de agua de cada una de las 100 residencias del sector en estudio Celiano Monge I.

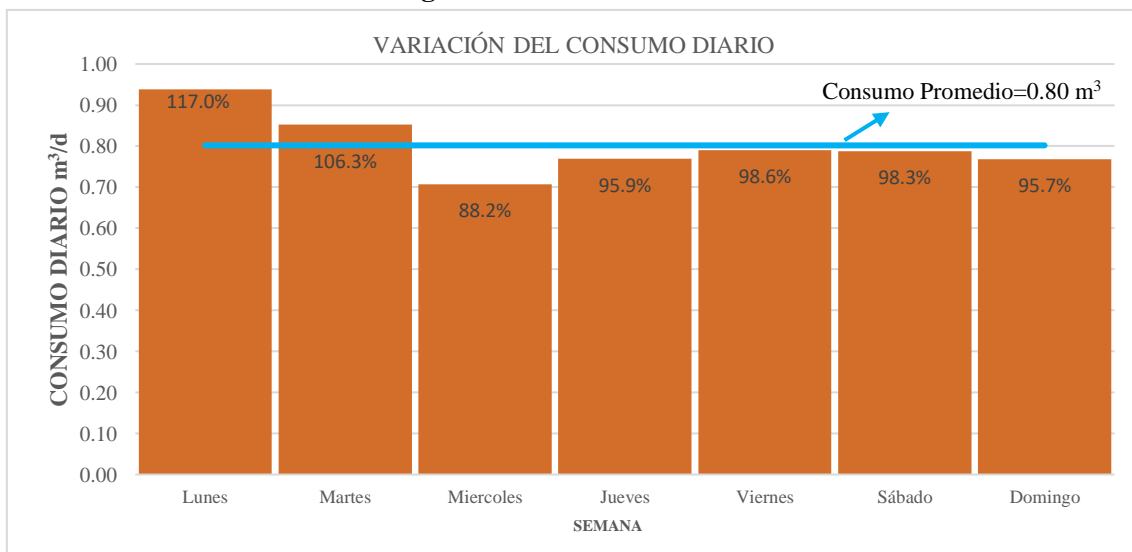
**Tabla 25:** Patrón de consumo diario

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
<b>SECTOR DE ESTUDIO:</b> CELIANO MONGE I		<b>PARROQUIA:</b> URBANA
<b>REALIZADO POR:</b> Y. MEDINA		
VARIACIÓN DEL CONSUMO DIARIO DURANTE LA SEMANA SECTOR CELIANO MONGE I		
SEMANA	CONSUMO PROMEDIO DIARIO m <sup>3</sup> /día	% DE CONSUMO A LA MEDIA
Lunes	0.94	117.0%
Martes	0.85	106.3%
Miércoles	0.71	88.2%
Jueves	0.77	95.9%
Viernes	0.79	98.6%
Sábado	0.79	98.3%
Domingo	0.77	95.7%

**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Fuente:** Yessenia Medina

**Figura 36:** Patrón de consumo horario



**Elaborado por:** Yessenia Medina

**Fuente:** Yessenia Medina

### **Interpretación:**

En la figura 36 tenemos la variación de consumo diario durante la semana del sector Celiano Monge I, que nos refleja en los perfiles de la gráfica ya mencionada un valor mayor de consumo el día lunes con  $0.94 \text{ m}^3/\text{día}$  de consumo promedio diario de volumen de agua con un porcentaje de consumo a la media de  $117.0 \%$ , esto se debe a que en la mayor parte de las residencias las personas del sector permanecen en sus hogares realizando diferentes actividades domésticas, el día martes un  $0.85 \text{ m}^3/\text{día}$  de consumo promedio diario con un porcentaje a la media de  $106.3\%$ , el miércoles con un consumo promedio diario de  $0.71 \text{ m}^3/\text{día}$  con un porcentaje a la media de  $88.2\%$  siendo este el menor valor de consumo ya que los residentes de los diferentes domicilios del sector retoman sus actividades rutinarias, para el día jueves un consumo promedio diario de  $0.77 \text{ m}^3/\text{día}$  con un porcentaje de consumo a la media de  $95.9\%$ , el consumo promedio diario del día viernes es de  $0.79 \text{ m}^3/\text{día}$  con un porcentaje de consumo a la media de  $98.6\%$ , el sábado con un consumo promedio diario de  $0.79 \text{ m}^3/\text{día}$  con un porcentaje de consumo a la media de  $98.3\%$  y un valor de consumo promedio diario de  $0.77 \text{ m}^3/\text{día}$  con un promedio de  $95.7\%$  para el día domingo.

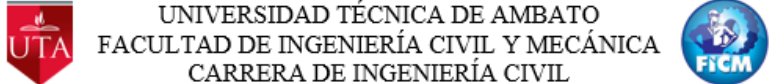
#### **4.3.2.7 Variación de la presión en la red de distribución de agua potable.**

En la tabla 25 se muestra los valores de la variación de presión de agua de los siete días de la semana tomados a cada uno de las 100 residencias seleccionadas del sector Celiano Monge I, estas presiones son un factor fundamental para que el líquido vital llegue a los distintos hogares del sector.

**Tabla 26:** Presión de la red de distribución en el sector de Celiano Monge I

ID		LECTURA (PSI)						PROM. PRESIÓN Z (psi)	PROM. PRESIÓN m.c.a	UBICACIÓN MEDIDOR	
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO			DOMINGO	ESTE X
1	58.00	56.00	58.00	57.00	57.00	56.00	55.00	56.71	40	763931.31	9859435.48
2	51.00	51.00	53.00	52.00	53.00	52.00	50.00	51.71	36	764013.86	9859386.27
3	45.00	46.00	44.00	45.00	45.00	45.00	44.00	44.86	32	764033.84	9859374.89
4	43.00	45.00	43.00	44.00	44.00	45.00	44.00	44.00	31	764100.18	9859295.41
5	41.00	40.00	39.00	41.00	41.00	41.00	40.00	40.43	28	764095.95	9859256.78
6	43.00	44.00	42.00	44.00	43.00	41.00	43.00	42.86	30	764086.96	9859194.34
7	39.00	38.00	37.00	39.00	39.00	39.00	38.00	38.43	27	764104.95	9859149.36
8	37.00	37.00	35.00	36.00	35.00	36.00	35.00	35.86	25	764164.74	9859137.19
9	36.00	34.00	35.00	37.00	36.00	38.00	36.00	36.00	25	764255.67	9859100.72
10	40.00	39.00	38.00	40.00	40.00	40.00	39.00	39.43	28	764299.72	9859152.31
11	37.00	39.00	37.00	38.00	38.00	36.00	37.00	37.43	26	764390.21	9859190.02
12	36.00	35.00	33.00	35.00	36.00	36.00	35.00	35.14	25	764555.58	9859324.80
13	31.00	31.00	29.00	30.00	30.00	30.00	29.00	30.00	21	764640.59	9859275.44
14	34.00	32.00	33.00	35.00	34.00	36.00	34.00	34.00	24	764666.39	9859219.21
15	40.00	38.00	38.00	40.00	40.00	40.00	39.00	39.29	28	764638.93	9859169.27
16	37.00	39.00	37.00	38.00	38.00	40.00	37.00	38.00	27	764560.86	9859187.20
17	37.00	35.00	36.00	36.00	37.00	39.00	37.00	36.71	26	764465.61	9859121.38
18	40.00	41.00	41.00	40.00	40.00	42.00	39.00	40.43	28	764402.77	9859102.86
19	39.00	37.00	38.00	39.00	39.00	41.00	39.00	38.86	27	764273.43	9858880.60
20	35.00	37.00	35.00	36.00	36.00	36.00	35.00	35.71	25	764258.21	9858819.42
21	33.00	34.00	34.00	31.00	33.00	35.00	32.00	33.14	23	764297.90	9858813.13
22	31.00	32.00	29.00	32.00	31.00	32.00	32.00	31.29	22	764375.79	9858802.29
23	30.00	28.00	29.00	30.00	30.00	32.00	30.00	29.86	21	764525.66	9858880.69
24	48.00	49.00	47.00	48.00	48.00	48.00	47.00	47.86	34	764593.98	9858910.98
25	57.00	56.00	54.00	54.00	56.00	56.00	55.00	55.43	39	764770.69	9858942.52
26	51.00	52.00	50.00	51.00	51.00	51.00	50.00	50.86	36	764839.71	9858819.54
27	41.00	43.00	41.00	42.00	42.00	42.00	42.00	41.86	29	764889.86	9858653.62
28	45.00	45.00	46.00	44.00	45.00	47.00	45.00	45.29	32	764787.46	9858581.00
29	45.00	44.00	42.00	45.00	44.00	44.00	43.00	43.86	31	764694.20	9858673.47
30	31.00	32.00	29.00	32.00	32.00	32.00	31.00	31.29	22	764590.30	9858594.98
31	34.00	36.00	34.00	35.00	35.00	35.00	34.00	34.71	24	764538.44	9858564.81
32	37.00	37.00	36.00	35.00	37.00	37.00	36.00	36.43	26	764547.86	9858494.24
33	43.00	43.00	41.00	42.00	42.00	42.00	41.00	42.00	30	764599.54	9858398.19
34	55.00	53.00	56.00	56.00	55.00	57.00	55.00	55.29	39	764635.66	9858335.08
35	51.00	53.00	52.00	53.00	53.00	53.00	52.00	52.43	37	764604.70	9858316.43
36	45.00	44.00	42.00	42.00	44.00	44.00	43.00	43.43	31	764520.96	9858283.36
37	42.00	40.00	39.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.14	28	764383.95	9858226.85
38	43.00	43.00	42.00	44.00	42.00	42.00	41.00	42.43	30	764285.63	9858174.51
39	42.00	41.00	40.00	41.00	41.00	42.00	41.00	41.14	29	764195.52	9858136.55
40	42.00	40.00	39.00	39.00	40.00	40.00	40.00	40.00	28	764192.65	9858172.70
41	42.00	40.00	41.00	42.00	42.00	44.00	42.00	41.86	29	764146.89	9858374.48
42	45.00	44.00	42.00	42.00	44.00	44.00	43.00	43.43	31	764169.27	9858410.84
43	45.00	46.00	44.00	45.00	45.00	45.00	44.00	44.86	32	764205.42	9858443.80
44	43.00	45.00	43.00	44.00	44.00	45.00	44.00	44.00	31	764133.03	9858429.92
45	55.00	52.00	52.00	53.00	53.00	53.00	54.00	53.14	37	764107.63	9858492.76
46	50.00	52.00	50.00	50.00	51.00	51.00	51.00	50.71	36	764087.45	9858567.51
47	48.00	50.00	49.00	47.00	48.00	50.00	48.00	48.57	34	764030.23	9858558.24
48	51.00	47.00	48.00	49.00	50.00	50.00	49.00	49.14	35	763972.11	9858462.73
49	50.00	47.00	47.00	48.00	48.00	48.00	49.00	48.14	34	763904.40	9858372.30
50	50.00	50.00	51.00	51.00	50.00	52.00	49.00	50.43	35	763818.32	9858324.29
51	51.00	49.00	48.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.14	35	763786.57	9858304.97
52	42.00	40.00	39.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.14	28	763726.81	9858322.10
53	43.00	43.00	42.00	44.00	42.00	42.00	41.00	42.43	30	763746.61	9858541.24
54	42.00	41.00	40.00	41.00	41.00	42.00	41.00	41.14	29	763795.35	9858570.71
55	42.00	40.00	39.00	39.00	40.00	40.00	40.00	40.00	28	763835.03	9858599.82
56	42.00	40.00	41.00	42.00	42.00	44.00	42.00	41.86	29	763880.54	9858641.09
57	45.00	44.00	42.00	42.00	44.00	44.00	43.00	43.43	31	763958.86	9858617.28
58	47.00	44.00	44.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	32	763987.25	9858693.88
59	71.00	69.00	68.00	73.00	70.00	69.00	71.00	70.14	49	764008.16	9858810.06
60	72.00	74.00	77.00	71.00	77.00	78.00	78.00	75.29	53	763774.91	9858885.09
61	83.00	81.00	80.00	82.00	79.00	78.00	79.00	80.29	56	763706.43	9858580.56
62	65.00	66.00	68.00	66.00	66.00	68.00	66.00	66.43	47	763731.99	9858688.70
63	67.00	67.00	63.00	65.00	66.00	66.00	65.00	65.57	46	763744.89	9858771.92
64	65.00	66.00	68.00	64.00	68.00	64.00	66.00	65.86	46	763648.62	9858363.42

**Tabla 26 (continuación):** Presión de la red de distribución en el sector de Celiano Monge I

											
SECTOR DE ESTUDIO: CELIANO MONGE I						PARROQUIA: URBANA					
REALIZADO POR: Y. MEDINA											
VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR DE CELIANO MONGE I											
ID	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROM PRESIÓN Z(psi)	PROM PRESIÓN m.c.a	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LECTURA (PSI)									ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO				
65	70.00	70.00	72.00	72.00	72.00	71.00	72.00	71.29	50	763551.72	9858056.99
66	70.00	67.00	72.00	68.00	70.00	72.00	69.00	69.71	49	763591.80	9858169.71
67	73.00	71.00	72.00	71.00	73.00	70.00	74.00	72.00	51	763617.60	9858263.90
68	70.00	71.00	72.00	70.00	70.00	70.00	68.00	70.14	49	763564.57	9857980.01
69	76.00	79.00	76.00	79.00	77.00	79.00	77.00	77.57	55	763605.36	9857919.30
70	69.00	70.00	69.00	68.00	68.00	71.00	67.00	68.86	48	763631.47	9857806.51
71	58.00	60.00	60.00	60.00	61.00	62.00	61.00	60.29	42	763574.80	9857733.67
72	51.00	51.00	53.00	55.00	52.00	52.00	50.00	52.00	37	763531.79	9857675.45
73	48.00	50.00	52.00	51.00	50.00	52.00	49.00	50.29	35	763497.71	9857662.32
74	87.00	86.00	84.00	85.00	86.00	86.00	85.00	85.57	60	763466.38	9857679.68
75	39.00	41.00	39.00	40.00	40.00	38.00	40.00	39.57	28	763407.90	9857500.84
76	72.00	70.00	71.00	71.00	72.00	73.00	72.00	71.57	50	763362.08	9857365.62
77	31.00	32.00	29.00	32.00	32.00	32.00	31.00	31.29	22	763356.21	9857159.78
78	34.00	36.00	34.00	35.00	35.00	35.00	34.00	34.71	24	763379.50	9856905.57
79	37.00	37.00	36.00	35.00	37.00	37.00	36.00	36.43	26	763278.33	9856810.41
80	43.00	43.00	41.00	42.00	42.00	42.00	41.00	42.00	30	763336.01	9856860.42
81	55.00	53.00	56.00	56.00	55.00	57.00	55.00	55.29	39	763383.38	9857132.06
82	51.00	53.00	52.00	53.00	53.00	53.00	52.00	52.43	37	763428.36	9857090.26
83	41.00	40.00	39.00	41.00	41.00	41.00	40.00	40.43	28	763464.35	9857055.86
84	43.00	44.00	42.00	44.00	43.00	41.00	43.00	42.86	30	763452.18	9856988.13
85	61.00	57.00	61.00	57.00	59.00	59.00	57.00	58.71	41	763142.94	9856623.20
86	55.00	52.00	55.00	51.00	55.00	52.00	54.00	53.43	38	763193.03	9856903.62
87	60.00	61.00	60.00	60.00	61.00	61.00	61.00	60.57	43	763170.75	9856789.08
88	65.00	65.00	64.00	66.00	64.00	64.00	63.00	64.43	45	763404.75	9857213.14
89	72.00	70.00	71.00	71.00	72.00	73.00	72.00	71.57	50	763464.81	9857316.15
90	79.00	78.00	76.00	76.00	78.00	78.00	77.00	77.43	54	763527.78	9857346.96
91	64.00	65.00	63.00	64.00	64.00	62.00	63.00	63.57	45	763566.80	9857425.68
92	86.00	86.00	85.00	87.00	86.00	86.00	85.00	85.86	60	763642.98	9857500.82
93	87.00	89.00	87.00	89.00	88.00	88.00	88.00	88.00	62	763758.68	9857599.91
94	88.00	86.00	87.00	88.00	88.00	90.00	88.00	87.86	62	763809.13	9857777.01
95	78.00	76.00	77.00	78.00	78.00	80.00	78.00	77.86	55	763914.67	9857940.09
96	86.00	85.00	83.00	83.00	85.00	85.00	84.00	84.43	59	763990.87	9857990.89
97	84.00	82.00	81.00	81.00	82.00	82.00	82.00	82.00	58	764172.75	9858000.92
98	45.00	46.00	44.00	45.00	45.00	45.00	44.00	44.86	32	764235.78	9857951.31
99	86.00	86.00	85.00	87.00	86.00	86.00	85.00	85.86	60	764390.57	9857963.28
100	62.00	64.00	62.00	63.00	63.00	64.00	63.00	63.00	44	764537.90	9857993.98
	51.77	51.48	50.91	51.46	51.69	52.00	51.14	51.49	36		

Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina

**Interpretación:**

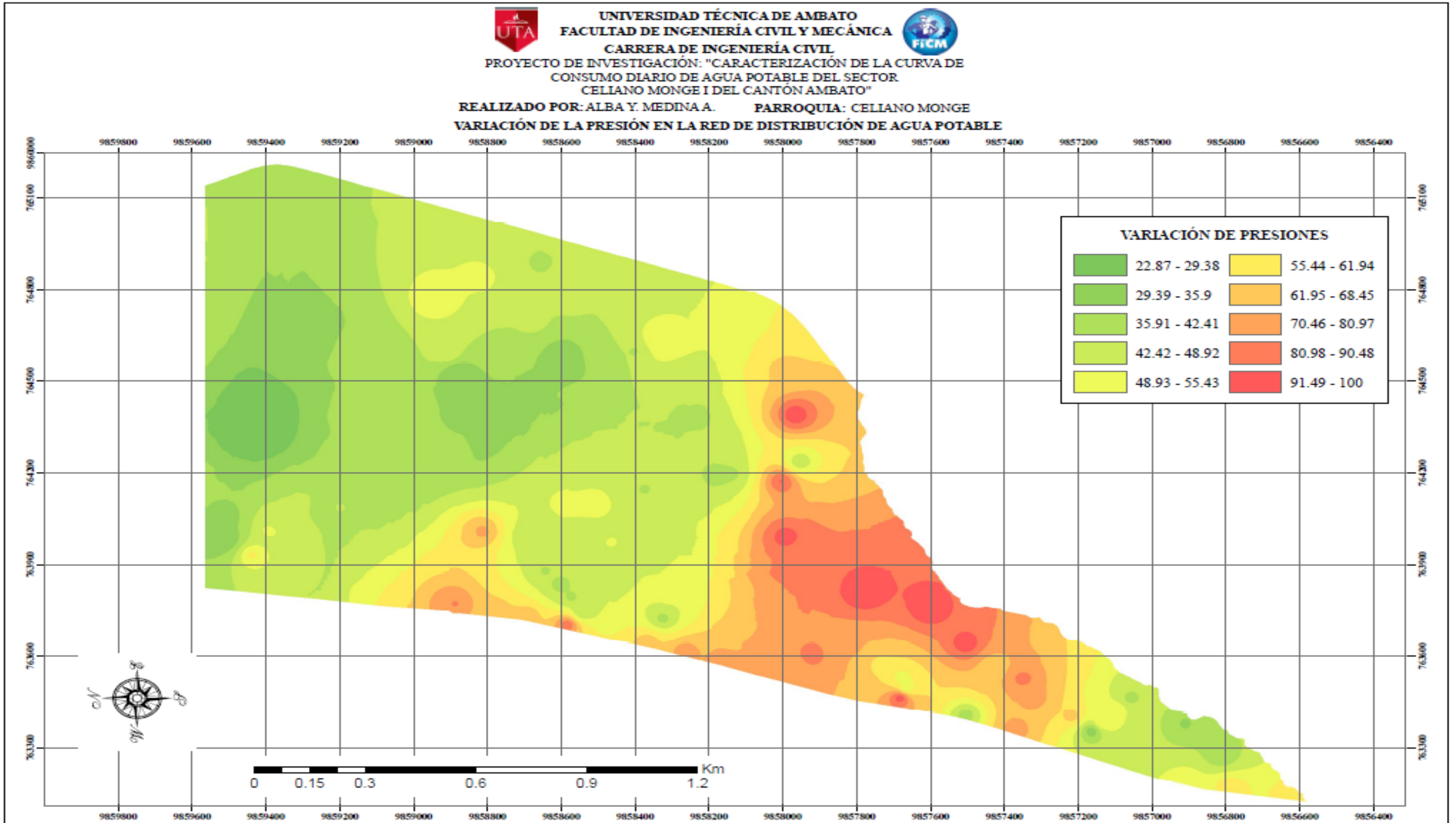
En sector Celiano Monge I existen diversos tipos de presión en una semana típica, que va desde los 30-40, 40-60 y de 60-80 psi (21-28, 28-42 y 42-56 m.c.a)de presión en las diferentes residencias del sector en estudio como se puede observar en la tabla 25, se realizó un promedio de presiones para cada uno de las 100 viviendas para lo cual se obtuvo que uno de las zonas que mostró presiones altas fue El Belén que se encuentra ubicado al sur de la parroquia en estudio, con presiones que varía desde los 70-80 psi (49-56 m.c.a)de presión, la zona que presento menos presión fue La Nueva Ambato ubicada en el centro de la parroquia en estudio que mostro presiones de 30-50 psi (21-35 m.c.a),



por ello los residentes supieron manifestar que los domicilios requerían de cisterna o tanques elevados para que el líquido vital abastezca a toda la vivienda.

En la tabla 25, el día que presenta mayor presión de agua es el sábado en el sector Celiano Monge I, con una presión de 52.00 psi (37 m.c.a), de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, en el capítulo Norma Hidrosanitaria NHE Agua, la presión en cualquier nudo o deberá ser mayor a 71.12 Psi (50 m.c.a) por lo que se puede deducir que la presión máxima generada en el sector cumple con los requerimientos de la norma ya mencionada.

Figura 37: Variación de la presión del sector Celiano Monge I



Fuente: Yessenia Medina  
Elaborado por: Yessenia Medina

### **Interpretación:**

En la figura 37 se presenta un mapa digital completo de un sistema de información geográfica de la parroquia Celiano Monge en donde muestra la variación de la presión de la red de distribución de agua potable, en donde las franjas verdes muestra valores de presión bajas que van de 12.58 psi a 44 psi, las franjas amarillas son presiones de agua medias que van de 44.01 psi a 69.14 psi esto nos quiere decir que no son valores altos ni bajos de presión de agua, para finalizar las franjas rojas representa los valores altos de presión que va de 69.15 psi a 87.99 psi en toda la parroquia Celiano Monge.

### **4.4 Verificación de la Hipótesis**

Después de haber hecho todos los análisis de consumo de volumen de agua mediante tablas y gráficos de toda la información recolectada del sector como fueron las encuestas, volúmenes de consumo de cada residencia, la toma de presiones etc., consecuentemente, el consumo de agua potable en el sector Celiano Monge I incurre en la obtención de las curvas de consumo diario, esta aseveración 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.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones.

a) Para el sector de estudio Celiano Monge I del cantón Ambato, a través de los patrones de consumo diario, se determinó el día promedio con mayor consumo, mismo que correspondió al día lunes, que presenta un valor de consumo de  $0.94 \text{ m}^3/\text{día}$ , que representa el 117.0% con respecto a la media, el día miércoles presenta un menor valor de consumo de  $0.71 \text{ m}^3/\text{día}$ , representando un 88.2% con respecto a la media.

b) Se georreferenció cada una de las residencias que fueron parte de la muestra y posterior a esto se caracterizó la zona de estudio mediante encuestas realizadas en el sector Celiano Monge I, identificando así que en la zona de estudio existen viviendas unifamiliares correspondiente a una sola familia con un 54% siendo este el valor más alto y predominante, el 24% a viviendas bifamiliares, el 16% a viviendas dedicadas al comercio, con un 3% a edificios de vivienda, el 2% a tipo educativa y edificio de oficina con 1%, todas con respecto al total de la muestra

c) Se digitalizo en un software GIS (Geographic Information System) los resultados que se obtuvo del sector Celinao Monge I correspondientes al consumo per-cápita y presiones de agua, obteniendo de esta manera los mapas de interpolación de los mismos, los cuales permitieron determinar valores de consumo per-cápita y presiones en los sitios donde no se tomó una muestra.

e) De acuerdo a los caudales de agua registrados durante 7 días, de una misma residencia del sector Celiano Monge I, se generó las curvas de consumo diario en donde el pico máximo corresponde al día miércoles con un valor de 291 litros en un intervalo de tiempo de 12:00 horas a 14:00 horas, y un pico mínimo de 2 litros que corresponde al día martes en un intervalo de tiempo de 18:00 horas a 20:00 horas

e) Se determinó el consumo per-cápita de agua potable para el sector Celiano Monge I, donde se registró un valor máximo de consumo de  $294.00 \text{ L/hab/día}$ , que corresponde a una residencia tipo comercio que pertenece al medidor número 4 y un valor mínimo de  $42 \text{ L/hab/día}$  que corresponde al medidor número 87. El valor promedio de consumo per-cápita que se presentó el sector Celiano Monge I es de  $183.08 \text{ L/hab./día}$ , este valor de consumo se

encuentra en el rango del valor recomendado, ya que el valor de dotación recomendado es de 190 a 220 (L/Hab. /Día), como se muestra en la Tabla 1 C.E.C, Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1.000.

f) Se realizó la modulación de la red de distribución de agua potable que abarca al sector Celiano Monge I a través del registro diario de presiones de cada uno de los predios de la muestra, mismo que se encuentran esquematizados en la figura 37 y muestra que al menos un 70% de los valores obtenidos están dentro del rango permitido de la norma NEC-11 de 70 PSI y el resto de valores exceden el valor permitido por la norma, pero se observó que no existen inconvenientes en la red de distribución.

## **5.2. Recomendaciones.**

a) Para próximos estudios a desarrollarse de la caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable, se debería realizar en periodos de tiempo más largos de ser posible o a su vez realizar estudios en los diferentes meses del año, para así saber de mejor manera cual es la variación de consumo en los diferentes meses ya que los consumos no van a ser los mismo.

b) Realizar el estudio de ser posible no solo para el cantón Ambato, sino un estudio macro que abarque los otros cantones que conforman la provincia de Tungurahua, ya que existe casi nada de información acerca de la curva de consumo diario, con esto se podría incentivar para que generaciones futuras se interesen en realizar un estudio a nivel nacional.

c) Concientizar a la población sobre el uso adecuado del agua potable que llega a los domicilios, ya que en algunos lugares se pudo observar que es utilizado inadecuadamente por los residentes de las viviendas.

d) Una herramienta muy esencial para el estudio es el sistema de información geográfica que 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, es por ello que se debería reforzar los conocimientos más a fondo sobre la utilización de este sistema a las próximas generaciones que realicen los estudios.

## C. Materiales de referencia

### 1. Anexo fotográfico.

Identificación de medidores	Micro medicion
	
Medición de la presión	Medición de la presión
	
Cámara IP colocada en un medidor	Encuesta realizada en el sector Celiano Monge I
	

## 2. Bibliografía.

- [1] Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla., “El consumo de agua en porcentajes - Enciclopedia Medioambiental,” 2017. [Online]. Available: [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp). [Accessed: 01-Apr-2019].
- [2] Organización Panamericana de la Salud, “Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua,” p. 13, 2005.
- [3] I. Alarcon, “En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región | El Comercio,” *El Comer.*, 2018.
- [4] Agencias, “El ‘día cero’ amenaza a Ciudad del Cabo una de las mayores ciudades de África,” *Sistema de Racionamiento de Agua en la Ciudad del Cabo*, 2019. [Online]. Available: <https://www.aporrea.org/internacionales/n337029.html>. [Accessed: 03-Apr-2019].
- [5] Ordoñez Jezabel, “¿Cuánta agua consumimos al día?,” *Milenio*, 2018.
- [6] Kunitsuka Ikuko, “¿Cuánta agua consumes realmente por día? - Volvamos a la fuente,” 2015. [Online]. Available: <https://blogs.iadb.org/agua/es/cuanta-agua-consumes-realmente-por-dia/>. [Accessed: 03-Apr-2019].
- [7] “‘Debemos consumir 100 litros de agua al día por persona, pero consumimos hasta 250 litros’ - SPDA Actualidad Ambiental : SPDA Actualidad Ambiental,” *SPDA Actual. Ambient.*, 2017.
- [8] S. M. Pender, G. W. Boland, and M. J. Lee, “The incidental nonhyperfunctioning adrenal mass: An imaging algorithm for characterization,” *Clin. Radiol.*, vol. 53, no. 11, pp. 796–804, 1998.
- [9] R. Centro, “Los ambateños consumen 260 litros de agua por día, según Emapa,” *El Telegr.*, 2015.
- [10] Á. F. Morote Seguido, “Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico,” *Estud. Geográficos*, vol. 78, no. 282, p. 257, 2017.
- [11] V. G. Tzatchkov and C. Nacional, “Potable Con Métodos Estocásticos,” vol. VII, pp. 115–133, 2016.
- [12] J. L. Olivarez Vega, *Abastecimiento de Agua*. 2013.
- [13] CONAGUA, “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado,” in *Libro 4*, 2015, pp. 8–10.
- [14] A. J. Garzón, “Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá,” 2014.

- [15] N. T. Ecuatoriana, B. De, F. Y. V. Requisitos, and P. Edición, “Instituto ecuatoriano de normalización,” 2008.
- [16] S. J. Guamanquispe Tigse, “Universidad Técnica De Ambato,” 2017.
- [17] D. M. Silva, “Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial,” Pereira, 2014, p. 16.
- [18] P. Cadena Leon, “Sistema de información geográfica (SIG) en el sector transporte,” *El Telegr.*, 2016.
- [19] A. Araque Ibañez, “Escuela Politécnica Superior de Jaén Sistema de Información Geográfica para la Mejora de la Gestión y la Toma de Decisiones Difusa en Entornos Oleícolas,” 2012.
- [20] Servicio Geológico Mexicano, “Sistemas de información geográfica,” *22 Marzo 2017*, 2017.
- [21] A. Pérez Navarro, A. Botella Plana, A. Muñoz Bolas, R. Olivella González, J. C. Olmedillas Hernández, and J. Rodríguez Lloret, “Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [22] N. L. Luis, H.E, Arnaldo, M.F y Galo, “Tutoría de la Investigación Científica,” Ambato, 2000.